



Universidad Nacional del Sur

TESIS DE DOCTOR EN
CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN

*Ponderación de Requisitos de Software usando
Técnicas Cognitivas y Orientación por Objetivos*

Nadina Imelda Martínez Carod

BAHÍA BLANCA, ARGENTINA

2011



Universidad Nacional del Sur

TESIS DE DOCTOR EN CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN

*Ponderación de Requisitos de Software usando
Técnicas Cognitivas y Orientación por Objetivos*

NADINA IMELDA MARTÍNEZ CAROD

Bahía Blanca - 2011

Directores:

Dra. Alejandra Cechich

Dr. Pablo Fillottrani

Departamento de Ciencias e Ingeniería de la Computación,
Universidad Nacional del Sur.

Agradecimientos

A mis hijos Nazareno, Miqueas, Daiara y Aimé, porque ellos me demuestran que la vida es un continuo aprendizaje.

A Ariel, Octavio y Yamil por acompañarme siempre.

A mis padres Iris y Carlos Alberto porque de ellos aprendí la importancia de la superación, lo cual constituye la herencia más valiosa que pudiera recibir.

Especialmente a mi directora de mi tesis, Alejandra Cechich, por su guía invaluable, por su ayuda incondicional y por estar a mi lado siempre.

A Gabriela por brindarme sus conocimientos desinteresadamente.

A los profesores Agustina y Andrés que fueron mi soporte para los experimentos.

A los alumnos que participaron de las experiencias con su mejor predisposición.

A mis compañeros de cátedra por brindarme todo su apoyo.

A mi director de tesis, Pablo Fillottrani, por su guía.

Prefacio

Esta tesis es presentada como parte de los requisitos para obtener el grado académico de Doctor en Ciencias de la Computación de la Universidad Nacional del Sur, y no ha sido presentada previamente para la obtención de otro título en ninguna universidad. La misma contiene resultados obtenidos en investigaciones llevadas a cabo por el período comprendido entre 2005 y 2010, bajo la dirección de la Dra. Alejandra Cechich, profesora Adjunta de la Facultad de Informática de la Universidad Nacional del Comahue, y el Dr. Pablo Fillottrani, profesor adjunto del Departamento de Ciencias e Ingeniería de la Computación de la Universidad Nacional del Sur.



Universidad Nacional del Sur

Secretaría General de Posgrado y Educación Continua

La presente tesis ha sido aprobada el día ..18.../.03../.2011..., mereciendo la calificación de ..10.(sobresaliente).

Resumen

El proceso para realizar una buena obtención de requisitos depende ampliamente de las habilidades de las personas que lo llevan a cabo y lamentablemente, hoy día sigue siendo una de las principales causas de fallas en el software. Independientemente del conocimiento y experiencia de los ingenieros de software, surgen problemas de comunicación ya que los dominios de aplicación en los que se desarrolla el software generalmente son demasiado complejos como para entenderse por completo. La forma en la que los participantes perciben el contexto y consecuentemente la información que deriva en requisitos de software, afecta sus apreciaciones tanto en aspectos de modelado como de priorización.

Al priorizar requisitos, interpretamos una realidad que es modelada durante el proceso de elicitación, entrando así en el ámbito de los aspectos comunicacionales de la ingeniería de requisitos. En este ámbito, la realidad percibida sugiere que los aspectos físicos no son suficientes para describir un estímulo, sino que debemos examinar el comportamiento de las personas relacionado al entorno y sus percepciones. La percepción se relaciona estrechamente con la comunicación y con la forma en que las personas expresan sus pensamientos. Es decir, depende de su capacidad de interpretar, abstraer y modelar la realidad de acuerdo a los estímulos que normalmente percibe. Asignar prioridades se transforma entonces en una actividad con un alto margen de incertidumbre, ya que no podemos estar seguros de entender realmente el objeto priorizado - por ejemplo, su percepción podría haberse distorsionado si un individuo es más propenso a identificar un tipo de estímulo que otro.

Este trabajo de Tesis está orientado a la forma de establecer prioridades sobre una selección de requisitos de software considerando la manera en que las personas perciben y abstraen el entorno. En particular, utilizamos conceptos de la psicología cognitiva (concerniente a la manera en que la gente obtiene información y cómo estos mecanismos de información afectan el comportamiento humano), para mejorar el proceso de elicitación de requisitos.

La contribución principal de esta Tesis es un marco conceptual para priorización de requisitos de software que tiene en cuenta el perfil cognitivo de los participantes. La temática encarada profundiza no sólo cuestiones teóricas, sino que lleva al campo de la aplicación un espacio aún no resuelto definitivamente y que es necesario abordar científicamente: la definición de requisitos de software relacionada en gran medida a las preferencias de los participantes como aspectos fundamentales de la negociación. La realidad de los desarrollos de software es que existe una brecha importante entre lo que realmente considera el participante y lo que verdaderamente será el producto final, por lo cual tratando de resolver este problema, nuestra estrategia considera la influencia que ejercen las características personales en los procesos de priorización de requisitos.

En particular, el marco conceptual propuesto en esta Tesis se instancia en un caso específico de modelado utilizando orientación por objetivos y se valida utilizando modelos visuales y no visuales. Esa diferenciación permite destacar la incidencia de los perfiles cognitivos en la conceptualización y priorización de requisitos.

Summary

The degree of success of a process for eliciting and gathering software requirements strongly depends on stakeholder's abilities and, unfortunately, this aspect is still one of the main causes of software failure. In spite of knowledge and experience of software engineers, there are many communication problems because of the inherent complexity of the application domains. The way stakeholders perceive a domain, and consequently information that derives into software requirements, affects their appreciations about modeling as well as prioritization.

Prioritizing requirements involves interpreting reality during the elicitation process, highlighting communicational aspects of the requirements engineering process. In this context, perceived reality suggests that physical aspects are not enough to describe a stimuli and that we should examine people's behavior related to their perceptions. They are related to the way people communicate and express their thoughts. In other words, it depends on people's capability to interpret, abstract and model reality from perceived stimulus. Therefore, assigning requirements priorities becomes an uncertain activity since we cannot be certain of understanding really what the prioritized object is – for instance, its perception might have been distorted if an individual is more likely to identify one kind of stimulus than another (such as visual effect against verbal ones).

This Thesis is focused on the prioritizing process during software requirements elicitation by considering the way people perceive and abstract their environment. Particularly, we use concepts from the cognitive psychology field (related to the way people obtain information and how these mechanisms affect human behavior) to improve the software elicitation process.

The main contribution of this Thesis relies on a conceptual framework for requirements prioritization, which takes into account the cognitive profiles of stakeholders. The study is approached from a not traditional perspective and based on scientific assumptions: the definition of software requirements related to stakeholders' preferences as a fundamental matter for negotiation. So far, there is an important gap

between what a stakeholder really wants and what the final product does; then, trying to contribute to solving this problem, our strategy considers the influence of personal characteristics on the requirements elicitation process.

Particularly, the conceptual framework we are proposing is instantiated in a specific case of modeling by using goal-oriented approaches; and it is validated by using visual and non-visual models. These differences allow us to highlight the incidence of cognitive profiles on requirements conceptualization and prioritization.

Índice general

1. Introducción	1
1.1. Planteamiento y justificación del trabajo	1
1.2. Hipótesis y objetivos	4
1.3. Marco de trabajo	5
1.4. Organización de la Tesis	5
2. Metodo de Investigación	7
2.1. Métodos de investigación	7
2.1.1. Métodos cuantitativos	10
2.1.1.1. Experimentos	11
2.1.1.2. Casos de estudio	20
2.1.1.3. Encuestas	21
2.1.1.4. Comparación entre las estrategias cuantitativas presentadas	22
2.1.2. Métodos Cualitativos	24
2.2. Aplicación en esta tesis	25
3. Estado del Arte	27
3.1. El proceso de la ingeniería de requisitos	27
3.2. El proceso de elicitación en la ingeniería de requisitos	28
3.2.1. Elicitación de requisitos	30
3.2.2. Obtención de requisitos durante la elicitación	32
3.2.3. Técnicas de elicitación de requisitos	34
3.3. Priorización de requisitos de software	38
3.4. Uno de los desafíos en la priorización de requisitos	57
3.4.1. Modelos cognitivos	58
3.4.2. Correlación de Modelos	74

3.5. Análisis de métodos de priorización de requisitos	75
4. Propuesta	101
4.1. Marco Metodológico	102
4.2. Etapa I	106
4.3. Etapa II	108
4.4. Etapa III	109
4.5. Etapa IV	111
4.6. Detalle de los Procesos	112
4.6.1. Contexto de descripción	114
4.6.2. Recolectar Información	114
4.6.2.1. Recolectar F-S	117
4.6.2.2. Registrar estadísticas de preferencias	117
4.6.3. Capturar y Especificar Requisitos	125
4.6.3.1. Recolectar Requisitos	125
4.6.3.2. Especificar Requisitos	126
4.6.3.3. Verificar Especificación de Requisitos	126
4.6.4. Priorizar requisitos	126
4.6.4.1. Definir prioridades	126
4.6.4.2. Analizar prioridades de Requisitos	128
4.6.4.3. Deteminar Conflictos	128
4.6.4.4. Asignar peso cognitivo y valuación	129
4.6.4.5. Ajustar prioridades acordes a pesos cognitivos	140
4.6.5. Analizar y Validar Requisitos	142
4.6.5.1. Validar Requisitos	142
4.6.5.2. Detectar cambios necesarios	142
4.7. Resumen	146
5. Validación	149
5.1. Descripción de la estrategia experimental	150
5.2. Detalle del primer experimento de la familia	156
5.2.1. Definición del experimento	156
5.2.2. Planificación del experimento	156
5.2.2.1. Selección del contexto	158
5.2.2.2. Formulación de hipótesis	158
5.2.2.3. Selección de las variables	160

5.2.2.4.	Selección de los sujetos	161
5.2.2.5.	Diseño del experimento	161
5.2.2.6.	Instrumentación	164
5.2.2.7.	Evaluación de la validez	168
5.2.3.	Operación del experimento	170
5.2.3.1.	Preparación	170
5.2.3.2.	Ejecución	172
5.2.4.	Análisis	175
5.2.4.1.	Análisis de la pregunta 1	179
5.2.4.2.	Análisis de la pregunta 2	187
5.2.4.3.	Análisis de la pregunta 3	196
5.2.4.4.	Resumen del análisis estadístico	199
5.2.4.5.	Análisis no determinístico	200
5.2.4.6.	Análisis cualitativo de la pregunta 3	206
5.2.5.	Conclusiones	212
6.	Conclusiones	215
6.1.	Análisis de la consecución de objetivos	215
6.2.	Contribuciones	217
6.3.	Contrastación de resultados	218
6.4.	Líneas de trabajo futuras	222
A.	Detalle del Experimento	225
A.1.	Primera etapa	228
A.1.1.	Traducción del Cuestionario de Felder y Silverman	228
A.1.2.	Formulario	234
A.2.	Segunda etapa	236
A.2.1.	Parte común	236
A.2.2.	Parte específica	242
A.2.2.1.	Grupo A - Especificación visual	242
A.2.2.2.	Grupo B - Especificación no visual	244
A.2.3.	Parte común - Presentación y Priorización de requisitos	248
A.2.4.	Cuestionario pos priorización de requisitos	253
A.3.	Tercera etapa	258
A.3.1.	Parte común	258
A.3.2.	Especificación visual - Grupo B	263

A.3.3. Especificación no visual - Grupo A	265
A.3.4. Parte en común - Priorización de requisitos	268
A.3.5. Cuestionario pos priorización de requisitos	268
B. Análisis del experimento	277
B.1. Análisis del primer sistema	281
B.1.1. Comparando prioridades	287
C. Glosario	293
Bibliografía	295

Índice de figuras

2.1. Diagrama de clasificación de estrategias de investigación (McGrath) . . .	10
2.2. Etapas del proceso experimental	12
2.3. Etapas del proceso de planificación de un experimento	18
3.1. Relación entre procesos de la Ingeniería de Requisitos	31
3.2. Actividades para la obtención de requisitos	33
3.3. Grafo AND-OR de objetivos	39
3.4. Diagrama de Costo-Valor	44
3.5. Diagrama de actividades del método Win-Win	46
3.6. Diagrama del Método Quantitative Win-Win	48
3.7. Interdependencia de requisitos	49
3.8. Método QFD	50
3.9. Técnica de Visualización	54
3.10. Marco de Preferencias GSP	55
3.11. Analogía entre participantes y roles	61
3.12. Modelo de Kolb	65
3.13. Instrumento del Modelo de Herrmann	67
3.14. Modelo de Eicher	72
3.15. Modelo Felder-Silverman	73
3.16. Marco comparativo	78
3.17. Gráfico de la suma de las características simples	97
3.18. Gráfico de la suma de las características compuestas	97
3.19. Aspectos cognitivos comparados con características destacadas	98
3.20. Valores totales en porcentajes	99
3.21. Características más destacadas	100
4.1. Concordancia entre RePriM y el marco de Christel	103

4.2. Diagrama 0 - RePriM	105
4.3. Desagregación del Diagrama 0	106
4.4. Desagregación del Diagrama -Etapa I	107
4.5. Desagregación del Diagrama - Etapa II	109
4.6. Desagregación del Diagrama - Etapa III	110
4.7. Desagregación del Diagrama - Etapa IV	112
4.8. Grafo de Objetivos de AGORA	114
4.9. Etiquetas y valores según índice ILS	116
4.10. Cuestionario para detectar preferencias - pag1	118
4.11. Cuestionario para detectar preferencias - pag2	119
4.12. Cuestionario para detectar preferencias - pag3	120
4.13. Cuestionario para detectar preferencias - pag4	121
4.14. Cuestionario para detectar preferencias - pag5	122
4.15. Cuestionario para detectar preferencias - pag6	123
4.16. UML del grafo de acuerdo a la propuesta	127
4.17. Grafo de Objetivos del ejemplo de Aplicación	127
4.18. Grafo de Objetivos con Técnicas de Elicitación utilizadas	130
4.19. Posibles situaciones	132
4.20. Vista parcial	135
4.21. Punto de vista de un objetivo	135
4.22. Especificación de un objetivo	138
4.23. Grafo de Objetivos del caso de Estudio	141
4.24. Proceso esquematizado	141
4.25. Proceso esquematizado	147
5.1. Relación entre variables dependientes e independientes dentro de un experimento	159
5.2. Esquema general del experimento	161
5.3. Mediciones repetidas	163
5.4. Diseño factorial	163
5.5. Distribución de tratamientos	164
5.6. Sujetos respecto a la distribución de tratamiento	172
5.7. Distribución de Preferencias Cognitivas	173
5.8. Esquema detallado del segundo escenario	174
5.9. Situación al realizar la tarea 6 del sistema X	174

5.10. Situación final del experimento	175
5.11. Test de Wald-Wolfowitz para $H_{0,1}$	181
5.12. Test de Mann-Whitney U para $H_{0,1}$	181
5.13. Test de Kolmogorov-Smirnov para $H_{0,1}$	181
5.14. Diagrama de Cajas para $H_{0,1}$	182
5.15. Histograma para $H_{0,1}$	183
5.16. Test de Signo para $H_{0,2}$	186
5.17. Test de Pares de Wilcoxon para $H_{0,2}$	186
5.18. Diagrama de Cajas para $H_{0,2}$	187
5.19. Wald-Wolfowitz para $H_{0,3}$, especificación visual	189
5.20. Test de Mann-Whitney U para para $H_{0,3}$, expecificación visual	189
5.21. Diagrama de Cajas para $H_{0,3}$	190
5.22. Histograma para $H_{0,3}$	190
5.23. Wald-Wolfowitz para $H_{0,3}$, especificación no visual	191
5.24. Test de Mann-Whitney U para para $H_{0,3}$, especificación no visual	191
5.25. Test de Kolmogorov-Smirnov para para $H_{0,3}$, especificación no visual	192
5.26. Diagrama de Cajas para $H_{0,3}$	192
5.27. Histograma para $H_{0,3}$	193
5.28. Sign Test para $H_{0,4}$	194
5.29. Test de Pares de Wilcoxon para $H_{0,4}$	195
5.30. Diagrama de Cajas para $H_{0,4}$	195
5.31. Wald-Wolfowitz para $H_{0,5}$	197
5.32. Test de Kolmogorov-Smimov para $H_{0,5}$	197
5.33. Test deMann-Whitney para $H_{0,5}$	197
5.34. Diagrama de Cajas para $H_{0,5}$	198
5.35. Histograma para $H_{0,5}$	199
5.36. Apreciación de individuos visuales frente a SRS visual	203
5.37. Apreciación de individuos no visuales frente a SRS visual	204
5.38. Comparación de apreciaciones	205
5.39. Individuos visuales utilizando SRS no visual	205
5.40. Individuos visuales utilizando SRS visual	207
5.41. Individuos no visuales utilizando SRS no visual	208
5.42. Individuos no visuales utilizando SRS visual	208
5.43. Preferencias visuales vs. valores asignados por expertos	209
5.44. Preferencias no visuales vs. valores asignados por expertos	210

5.45. Desviaciones de prioridades individuos visuales	211
5.46. Desviaciones de individuos visuales respecto a las SRSs	211
5.47. Desviaciones correspondientes al Sistema Y	212
A.1. Conceptos definidos en la plataforma	226
A.2. Actividades propuestas en la plataforma	227
A.3. Página 1 del cuestionario	235
A.4. Página 2 del cuestionario	236
A.5. Página 3 del cuestionario	237
A.6. Página 4 del cuestionario	238
A.7. Página 5 del cuestionario	239
A.8. Página 6 del cuestionario	240
A.9. Funciones a ser realizadas por el sistema- parte visual	243
A.10.Diagrama de clases	243
A.11.Diagrama de Casos de Uso	243
A.12.Diagramas de secuencia - pedido de asignación	244
A.13.Diagrama de secuencia - calcular horarios posibles	245
A.14.Diagrama de secuencia - calcular horarios posibles (cont)	245
A.15.Diagrama de secuencia - liberar asignación de recursos	246
A.16.Diagrama de secuencia - consultar asignación de recursos	246
A.17.Diagrama de secuencia - reasignación de aulas	247
A.18.Caso de Uso #1	249
A.19.Caso de Uso #11	250
A.20.Caso de Uso #2	251
A.21.Caso de Uso #12	251
A.22.Caso de Uso #3	252
A.23.Caso de Uso #4	252
A.24.Caso de Uso #14	253
A.25.Presentación de los tipos de requisitos	254
A.26.Requisitos a considerar	255
A.27.Más requisitos a considerar	256
A.28.Prioridades a otorgar	257
A.29.Primer sección del cuestionario	259
A.30.Segunda sección del cuestionario	260
A.31.Percepciones	261

A.32.Más percepciones y tiempo estimado	262
A.33.Funciones a ser realizadas por el sistema Y	264
A.34.Diagrama de clase del sistema Y	264
A.35.Diagrama de casos de uso del sistema Y	265
A.36.Caso de Uso #1 - sistema Y	267
A.37.Caso de Uso #2 - sistema Y	267
A.38.Requisitos -sistema Y	269
A.39.Requisitos - sistema Y	270
A.40.Página 1 del nuevo formulario de requisitos	272
A.41.Página 2 del nuevo formulario de requisitos	273
A.42.Página 3 del nuevo formulario de requisitos	274
A.43.Página 4 del nuevo formulario de requisitos	275
B.1. Prioridades asignadas por individuos visuales en SRS visual	281
B.2. Prioridades asignadas por individuos no visuales en SRS visual	286
B.3. Prioridades asignadas por individuos visuales en SRS no visual	286
B.4. Prioridades asignadas por individuos no visuales en SRS no visual	287
B.5. Prioridades asignadas comparadas con la ideal, SRS visual	288
B.6. Prioridades asignadas comparadas con la ideal, SRS no visual	289
B.7. Prioridades asignadas a RNF comparadas con la ideal, SRS visual	290
B.8. Prioridades asignadas a RNF comparadas con la ideal, SRS no visual	291

Índice de Tablas

2.1. Elementos y relaciones correspondientes a cada dominio en investigación	8
2.2. Definición del experimento según plantilla GQM	13
2.3. Factores de las estrategias de investigación [Wohlin et al., 2000]	23
2.4. Descripción de las distintas estrategias de recolección de datos	23
3.1. Ejemplo de Matriz de Preferencia	40
3.2. Comparación de requisitos de AHP	42
3.3. Ejemplo de Tabla de Habilidades	56
3.4. Relación entre categorías F-S y otros modelos	75
3.5. Comparación de modelos	76
3.6. Clasificación de la característica simple “Prioridad”	81
3.7. Tabla de las características simples	83
3.8. Valores asignados a características simples	84
3.9. Características de importancia “Método”	85
3.10. Característica de importancia “Cálculos”	86
3.11. Característica de importancia “Proceso de Negociación”	87
3.12. Clasificación en términos de características compuestas deseables	89
3.13. Valores de las características compuestas	91
3.14. Características compuestas restantes	94
3.15. Valores totales	96
3.16. Aspectos cognitivos	99
4.1. Actividades detalladas de ambos enfoques	104
4.2. Ejemplo de Tabla de Preferencias	125
4.3. Técnicas de elicitación utilizadas en el ejemplo	131
4.4. Correspondencia de técnicas y roles	143
4.5. Matriz de preferencias	144

4.6. Preferencias por Técnicas de elicitación	146
5.1. Tabla de factores y valores asociados	150
5.2. Posibles valores	153
5.3. Posibles valores (cont)	154
5.4. Plantilla de planificación del experimento	156
5.5. Relación entre instrumentos e hipótesis	167
5.6. Distribución Preferencias Cognitivas	173
5.7. Cronograma de actividades desarrolladas en el experimento	176
5.8. Base estadística utilizada	184
5.9. Individuos que comenzaron el experimento versus individuos que lo completaron	185
5.10. Percepciones personales	202
B.1. Perfiles cognitivos de los individuos	278
B.2. Perfil visual-verbal y grupos asignados	278
B.3. Tipo de experiencia de cada individuo en Técnicas de elicitación	279
B.4. Experiencia versus preferencias en Técnicas de elicitación	280
B.5. Prioridades asignadas por individuos visuales en SRS visual	282
B.6. Prioridades asignadas por individuos no visuales en SRS visual	283
B.7. Prioridades asignadas por individuos visuales en SRS no visual	284
B.8. Prioridades asignadas por individuos no visuales en SRS no visual	285

Capítulo 1

Introducción

A continuación se presenta el planteamiento y justificación del trabajo realizado, así como los objetivos, hipótesis y marco de trabajo.

1.1. Planteamiento y justificación del trabajo

Cuando se desarrolla software en el mundo real, existen más cantidad de requerimientos que los que pueden ser implementados, ya que en general se consideran menos imponderantes de los que realmente suceden – situación que empeora si consideramos los recursos limitados. Para subsanar esto se selecciona un subconjunto de requerimientos, los que conformarán los requisitos del software, para producir un sistema que satisfaga las necesidades prioritarias de los usuarios intervinientes, ya sean usuarios finales, desarrolladores, ingenieros de software, y demás personas involucradas en un desarrollo de software. Existen variadas técnicas de elicitación presentadas en la literatura [Young, 2002, Rupp, 2002, Loucopoulos y Karakostas, 1995, Davis et al., 2006], las cuales tienen en cuenta la posibilidad de existencia de conflictos entre las partes. Para su resolución, las personas involucradas en el proceso deben negociar cuáles requisitos implementar primero, lo que implica priorizar requisitos de software, de acuerdo a un cierto criterio.

Generalmente los métodos utilizados para resolver este problema tienen deficiencias que en mayor o menor grado hacen dudar de su confiabilidad. Por ejemplo, los métodos de comparación de a pares, tales como el método AHP [Saaty, 2008, Wang y Elhag, 2006, Perini et al., 2009], aumentan en forma abrupta la cantidad de comparaciones a realizar cuando el número de requisitos candidatos (posibles) supera la cifra de 15 unidades. El método se vuelve tedioso ya que está basado en comparaciones

de $N \times N$ donde N es el número de requisitos candidatos. En especial el método de Costo-Valor duplica la cantidad de cálculos (ya que utiliza el AHP en dos ocasiones). Ambos métodos (AHP y Costo-Beneficio) deberían contar con herramientas que reduzcan el número de requisitos candidatos.

Una deficiencia del método de Doble Beneficio [Gruenbacher, 2000, Ruhe et al., 2002] es que no está basado en objetivos, lo que dificulta el proceso de definir requisitos prioritarios. El problema de las técnicas de Toma de Decisión [Liu et al., 2006, In et al., 2001] es que éstas no resuelven las discrepancias, dado que están diseñadas para asegurar calidad en el desarrollo de productos y requieren, para su implementación, ingenieros de software con gran cantidad de experiencia – ítem difícil y muy costoso. Los métodos de Análisis de Requisitos Orientados a Objetivos (GORA por sus siglas en inglés) [Damas et al., 2006, Antón et al., 2000, Yu y Liu, 2001, van Lamsweerde y Letier, 2000, van Lamsweerde, 2003, Lamsweerde, 2004, Letier y van Lamsweerde, 2004] no poseen una metodología especial para establecer orden de prioridades, aunque existe una extensión de un método, llamado AGORA [Kaiya et al., 2002], el cual sí posee una metodología explícita para resolver conflictos que tiene un manejo complejo del grafo de objetivos. El método que utiliza la técnica de visualización [In y Olson, 2001] resuelve desacuerdos pero no sigue un determinado proceso. El desarrollo del marco de Preferencias-Habilidades y Objetivos [Hui et al., 2003] utilizado para generar software parametrizable es muy específico a ciertas situaciones, y no resuelve conflictos entre objetivos. Ninguno de los métodos mencionados toma en cuenta interdependencias entre requisitos, cosa que se revierte con el método de Interdependencia de Requisitos [Giesen y Völker, 2002]. Este método tiene la desventaja de ser muy complejo debido a la necesidad de ingenieros de software con suficiente experiencia para identificar grados de dependencia entre requisitos y para resolver dichas dependencias.

Nuestro objetivo, por lo tanto, es proponer una técnica que mejore la priorización de requisitos y, como consecuencia, obtener requisitos más precisos. Para ello se utilizaron conceptos innovadores en esta etapa de la Ingeniería del Software que pertenecen al área de investigación Informática Cognitiva, disciplina que se centra en el estudio del procesamiento de la información en el cerebro, especialmente respecto a actividades como adquisición, representación, y comunicación de la información [Wang, 2003].

La informática cognitiva (IC) es un campo interdisciplinario compuesto por la intersección de disciplinas existentes como psicología, filosofía, lingüística y ciencia de la computación. Cada disciplina entiende el significado del conocimiento desde la

perspectiva de la mente; sin embargo, la informática cognitiva estudia su naturaleza desde intereses comunes. En [Wang, 2003], Wang considera la IC como una "rama de las ciencias de la computación que estudia la informática desde áreas cognitivas". Existen dos ramas para abordar la IC, una es la inteligencia artificial y la otra es la ingeniería de software. La rama de IA estudia los mecanismos de la inteligencia natural así como la estructura del cerebro [Chiew y Wang, 2003, Shi y Shi, 2003, Wang, 2003, Wang y Elhag, 2006] ignorando aspectos psicológicos de la inteligencia. La rama de la ingeniería de software considera la IC de acuerdo a los mecanismos y procesos de aprendizaje y razonamiento.

Las personas tienen diferentes comportamientos característicos. Y existen muchos modelos de estilos de aprendizaje para clasificar a la gente de acuerdo a sus características. En [Martín et al., 2003] se propone un análisis de aprendizaje y de la comunicación entre los participantes de un proyecto de software utilizando el modelo de estilos de aprendizaje de Felder-Silverman [Felder, 1996], ya que existe una analogía entre las personas involucradas en un desarrollo de software y roles en el modelo de aprendizaje (los primeros deben aprender unos de otros durante el proceso de elicitación). En el modelo de Felder-Silverman las personas pueden corresponder a una categoría de acuerdo a las características presentadas en [Felder, 1996, Graf y Kinshuk, 2006, Felder y Spurlin, 2005]. Las preferencias se pueden clasificar con distintas herramientas como tests y software interactivo entre otras.

Particularmente, nuestro trabajo se ha enfocado en analizar en qué medida los factores que desafían la percepción de requisitos se presentan en un equipo que debe realizar la tarea de elicitación y priorización de requisitos, y a partir de ese diagnóstico se han analizado las técnicas de priorización. También se han propuesto nuevas estrategias, por ejemplo, mediante el análisis de los aspectos cognitivos de las personas participantes en este tipo de proyecto. Para ello se han utilizado técnicas psicológicas que han sido aplicadas anteriormente en el campo de la informática para el estudio de los estilos cognitivos en el aprendizaje de programación u orientar el diseño de cursos [Bostrom et al., 1988, Wu et al., 1998, Moallem, 2002, Thomas et al., 2002, Blank et al., 2003] y en la selección de tecnología durante la etapa de elicitación de requisitos distribuidos en entornos globales [Aranda et al., 2006].

1.2. Hipótesis y objetivos

Nuestra hipótesis de trabajo es que:

Es factible mejorar el proceso de priorización de requisitos durante la etapa de elicitación, mediante la aplicación de estrategias seleccionadas de acuerdo a las características del equipo de participantes.

Basándonos en esta hipótesis se ha formulado el objetivo principal de nuestra investigación que es:

Definir una estrategia que describa un proceso sistemático para la priorización de requisitos, basada en el análisis de las características del equipo participante, y destinado a mejorar la percepción de los stakeholders¹ y, como consecuencia, el proceso de elicitación de requisitos.

Sobre la base del objetivo principal, se define el siguiente conjunto de objetivos parciales:

■ **Objetivo 1**

Estudiar las técnicas de elicitación y priorización de requisitos existentes, analizando ventajas y limitaciones de su uso y teniendo en cuenta los aspectos cognitivos de las personas involucradas.

■ **Objetivo 2**

Estudiar modelos cognitivos existentes y analizar su aplicación al análisis de un grupo de personas trabajando en un proceso de elicitación y priorización de requisitos.

■ **Objetivo 3**

Proponer una estrategia de priorización de requisitos que sirva para:

1. La detección de problemas que pueden surgir en un equipo que realiza la tarea de elicitación de requisitos con respecto a la percepción de los mismos.
2. La implementación de un conjunto de estrategias que resuelvan o minimicen, principalmente problemas relacionados a la percepción y entendimiento de

¹ ver Glosario

requisitos durante la priorización de los mismos.

- **Objetivo 4**

Validar la estrategia propuesta.

1.3. Marco de trabajo

Esta tesis se enmarca en dos proyectos de investigación, uno en desarrollo y otro finalizado dentro del período de investigación:

Proyecto UNCOMA 04/E059 El proyecto de (04/E059) Mejora del Proceso de Desarrollo de Software Basado en Componentes, del grupo GIISCO de la Universidad Nacional del Comahue. Dirigido por la Dra. Alejandra Cechich. Comenzó en el año 2005 y se extendió hasta finales del año 2007.

Proyecto UNCOMA 04/E072 El proyecto (04/E072) de Identificación, Evaluación y Uso de Composiciones Software, del grupo GIISCO de la Universidad Nacional del Comahue. Dirigido por la Dra. Alejandra Cechich. Comenzó en el año 2008 y se extiende actualmente.

1.4. Organización de la Tesis

Los restantes capítulos están organizados de la siguiente manera:

- **Capítulo Segundo**

En este capítulo se presentan los métodos de trabajo e investigación utilizados durante la realización de la tesis.

- **Capítulo Tercero**

Se resume el estado actual de investigación respecto a la priorización de requisitos software, realizando una introducción a la problemática y describiendo algunas de las soluciones utilizadas en la actualidad para resolverla.

- **Capítulo Cuarto**

Se introduce el marco cognitivo a la priorización de requisitos de software y se detallan las distintas etapas de la estrategia para ponderar requisitos de software usando técnicas cognitivas.

- **Capítulo Quinto**

Se explica el diseño de la estrategia experimental, así como la puesta en marcha y los resultados del primer experimento desarrollado para validar nuestra propuesta.

- **Capítulo Sexto**

En este capítulo se presenta el análisis de los resultados, las principales aportaciones del trabajo y las líneas de investigación que quedan abiertas.

- **Apéndices y Bibliografía**

Se incluyen al final de la tesis los apéndices y las referencias bibliográficas mencionadas en este trabajo.

Capítulo 2

Metodo de Investigación

En este capítulo se presentan los métodos de trabajo utilizados durante el desarrollo de esta tesis. En primer lugar se presentan las bases de la investigación en el área de ingeniería del software y a continuación se presentan las características de la investigación cuantitativa y cualitativa aplicadas durante la etapa de validación de esta tesis.

2.1. Métodos de investigación

Según [McGrath, 1994] la investigación comprende tres conjuntos de “cosas”:

- el contenido de interés
- las ideas que le dan significado a ese contenido
- las técnicas o procedimientos por medio de los cuales se estudian los dos primeros

Estos tres conjuntos, pueden ser vistos más formalmente como dominios interrelacionados, que corresponden a:

- Dominio sustantivo (contenidos valiosos para nuestro estudio)
- Dominio conceptual (las ideas que dan sentido a nuestros resultados)
- Dominio metodológico (las técnicas para conducir la investigación)

En cada uno de estos dominios existen elementos (que son los objetos en estudio) y relaciones entre ellos. De acuerdo al dominio de referencia, los elementos y relaciones correspondientes reciben distintas denominaciones, como se presenta en la Tabla 2.1.

Niveles \ Dominios	Sustantivo	Conceptual	Metodológico
Elementos	Fenómenos	Propiedades	Modos de tratamiento
Relaciones	Patrones	Relaciones	Técnicas de Comparación

Tabla 2.1: Elementos y relaciones correspondientes a cada dominio en investigación

En el campo de las ciencias sociales y del comportamiento, el fenómeno de interés comprende los estados y acciones de los sistemas conformados por seres humanos (individuos, grupos, organizaciones, comunidades). Otra manera de verlo es como el estudio de “actores que tratan con objetos en un contexto”.

Respecto al dominio conceptual, los elementos de interés son las propiedades de los estados y acciones de los humanos que son el blanco del estudio. Comprende ideas como actitud, coherencia, poder, presión social, status. A su vez estos conceptos pueden relacionarse entre sí de distintas maneras: en forma lógica, casual, cronológica, etc.

Respecto al dominio metodológico, los elementos son los modos en los que el investigador puede afrontar alguna característica del sistema humano en estudio. Los métodos o modos pueden ser de *medida* (cuestionarios, tests de personalidad, etc.); de *manipulación* (es decir hacer una manipulación experimental mediante la cual alguna variable tenga un valor predeterminado, por ejemplo mediante el suministro de instrucciones, la imposición de restricciones, etc.); de *control* (experimental o estadístico) y finalmente de *distribución de impacto*. A su vez las técnicas utilizadas para investigar pueden ser comparadas entre sí por medio de otras técnicas (las técnicas de comparación) que comprenden tres conjuntos de características de los sistemas bajo estudio: las características medidas respecto al fenómeno de interés (variables dependientes); las características medidas o manipuladas, antecedentes del sistema de interés (variables independientes) y todas las otras características que son relevantes, sobre las que se tiene control o cuyo impacto se tiene distribuido.

La evidencia de la investigación en este tipo de ciencia comprende a “alguien” que hace “algo” en alguna situación; por lo tanto existen tres facetas: quién, qué, cuándo y dónde. Los términos “actor”, “comportamiento” y “contexto” son los términos técnicos que se aplican a cada uno.

Cuando se cuenta con una evidencia científica, se desea maximizar los siguientes criterios:

- Generalización de la evidencia sobre la población total de actores;
- Precisión en la medida de los comportamientos;
- Realismo de la situación.

Como generalmente no es posible maximizar los tres a la vez, es necesario contar con estrategias de investigación, las cuales se dividen en:

- Estrategias de campo
 - Experimento de campo
 - Estudio de campo
- Estrategias experimentales
 - Experimento en laboratorio
 - Simulación en laboratorio
- Estrategias de demanda
 - Examen de muestra
 - Estudio de criterios
- Estrategias teóricas
 - Simulación en ordenador;
 - Teoría formal;

En la Figura 2.1 puede observarse su distribución en forma gráfica.

Existen además dos paradigmas de investigación [Wohlin et al., 2000]:

- **Investigación Cualitativa:** Estudia los objetos en su escenario natural. Se basa en que hay un rango de maneras de interpretación diferente e intenta interpretar un fenómeno basado en explicaciones de la gente involucrada, tomando en cuenta el sujeto en estudio y su visión del problema.



Figura 2.1: Diagrama de clasificación de estrategias de investigación (McGrath)

- **Investigación Cuantitativa:** Cuantifica relaciones o compara dos o más grupos. Intenta identificar relaciones de causa-efecto. Generalmente se trata de experimentos controlados o recolección de datos mediante casos de estudio.

Ambos enfoques son complementarios: la investigación cuantitativa es apropiada, por ejemplo, para probar los efectos de un tratamiento, mientras que la investigación cualitativa trataría de averiguar el “por qué” de tales resultados.

De manera general podemos decir que los métodos de investigación cuantitativos son especialmente adecuados para el estudio de fenómenos u objetos naturales, y en este tipo de métodos se podrían encuadrar los métodos deductivos y empíricos. Por otro lado, el estudio de fenómenos culturales y sociales requiere otro tipo de métodos, que no se basen en experimentos ni teorías formales, sino en entrevistas, cuestionarios, documentos, impresiones del investigador, etc. Estos métodos se encuadran dentro de lo que se conoce como métodos cualitativos y ejemplos de ellos son la etnografía, la interpretación de documentos y conversaciones [Denzin y Lincoln, 2000], el método de investigación acción [Wadsworth, 1998], entre otros.

A continuación se analizarán con más detalle ambos tipos de métodos y se presentarán las estrategias más importantes de cada uno.

2.1.1. Métodos cuantitativos

La investigación cuantitativa puede definirse como aquella que trata de determinar la fuerza de asociación o correlación entre variables a partir de una muestra, y que

mediante la generalización de los resultados hace inferencia a una población de la cual procede la muestra [Pita-Fernández y Pértegas-Díaz, 2002].

Además, pretende hacer inferencia causal que explique por qué las cosas suceden o no de una forma determinada. Es utilizada para explicar eventos a través de una gran cantidad de datos; es decir, intenta determinar y explicar las relaciones causales de un fenómeno a través de la recolección de grandes cantidades de datos que permitan fundamentar sólidamente una hipótesis.

Los estudios cuantitativos son necesarios para comprobar y entender las implicaciones relacionadas con la medición de las entidades de software. Esto se consigue a través de la formulación de hipótesis en el mundo real, que es necesario comprobar usando datos empíricos. Hay tres tipos de estrategias que pueden ser llevadas a cabo [Wohlin et al., 2000]: experimentos, casos de estudio y encuestas. En los siguientes apartados se describen estas estrategias con mayor detalle.

2.1.1.1. Experimentos

Un experimento es un examen formal, riguroso y controlado en el que los factores clave son identificados y manipulados para comprobar la validez de la hipótesis. Por ello los experimentos se utilizan cuando es posible tener el control de la situación y se desea controlar su comportamiento de forma directa, precisa y sistemática. Por lo general, el objetivo es manipular una o más variables y mantener las otras variables a niveles fijos.

La ventaja de un experimento es que puede determinar en qué situaciones ciertas afirmaciones son ciertas y puede proporcionar el contexto en el que ciertos estándares, métodos y herramientas son recomendables. Sólo si el experimento se realiza adecuadamente, es posible obtener conclusiones acerca de las relaciones entre la causa y el efecto para la cual se formula la hipótesis [Wohlin et al., 2000]. Los experimentos necesitan ser planeados cuidadosamente para que proporcionen resultados útiles y significativos [Juristo y Moreno, 2001]. Por ese motivo, aunque la experimentación en la ingeniería del software es necesaria, es a la vez bastante difícil [Basili et al., 1999]. Una razón de esta dificultad es la gran cantidad de variables del contexto, lo cual implica que para conseguir una comprensión adecuada de los resultados de los experimentos, es necesario un mecanismo para explicar los estudios e incorporar los resultados, así como es importante la realización de réplicas de los experimentos, ya que con los resultados de un único experimento es difícil apreciar si los resultados son generalizables y poder así concluir que sus resultados son válidos.

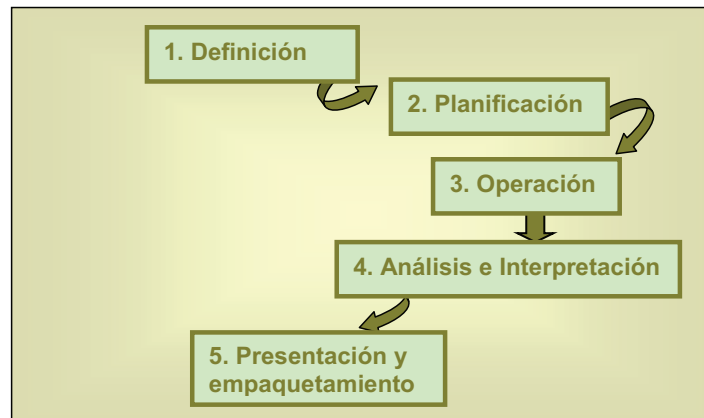


Figura 2.2: Etapas del proceso experimental

El proceso experimental

El proceso experimental consta de cinco etapas principales [Wohlin et al., 2000] que se muestran en la Figura 2.3 . A continuación se describirá brevemente cada una de ellas.

1. Definición

En esta etapa se determina la base del experimento, el “por qué” del mismo. El propósito de la fase es definir los objetivos del experimento, formulado a partir de un problema a resolver. Los datos que deben definirse, según la plantilla propuesta por el método GQM [van Solingen y Berghout, 1999], son mostrados en la Tabla 2.2.

2. Planificación

Después de la definición del experimento tiene lugar la planificación. Si la definición determina *por qué* se va a realizar el experimento, la planificación establece *cómo* se llevará a cabo. Esta etapa se divide en siete pasos, que se muestran en la Figura 2.3. A continuación se describirá brevemente cada una de ellas.

1. **Selección del contexto.** El contexto del experimento queda caracterizado de acuerdo con cuatro dimensiones:

- Respecto a si el experimento se realiza directamente en un proyecto real (**on-line**) o en proyecto paralelo al proyecto real (**off-line**).

<i>Analizar</i>	Objeto del estudio Entidad que se estudia en el experimento, la cual puede ser producto, proceso, recurso, modelo, métrica o teoría.
<i>Con el propósito de</i>	Propósito Intención del experimento.
<i>Con respecto a</i>	Foco de la calidad del objeto bajo estudio Efecto primario que se estudia en el experimento.
<i>Desde el punto de vista de</i>	Perspectiva Punto de vista desde el cual se van a interpretar los resultados del experimento.
<i>En el contexto</i>	Contexto “Ambiente” en el que se lleva a cabo el experimento. Involucra al personal (sujetos) implicado y los artefactos software (objetos) que se utilizan en el experimento.

Tabla 2.2: Definición del experimento según plantilla GQM

- Respecto a si en el experimento participan sujetos **profesionales** o **estudiantes**.
- Respecto a si el experimento se enfoca a un **problema real** o a una **simulación**.
- Respecto a si los resultados del experimento pueden ser válidos en un contexto **específico** o en el **dominio general** de la ingeniería del software.

a) **Formulación de hipótesis.** La definición del experimento se formaliza por medio de hipótesis. Para ello es necesario formular dos hipótesis: una hipótesis nula (H_0) y una hipótesis alternativa (H_1). La comprobación de las hipótesis entraña diferentes tipos de riesgos: algunos tests estadísticos pueden rechazar una hipótesis verdadera aún siendo cierta (errores tipo I), mientras que otros tests no rechazan una hipótesis falsa aún siendo falsa (errores tipo II).

b) **Selección de variables**

En los experimentos hay dos clases de variables:

- Las **variables independientes**, que son aquellas que son manipulables

o controlables, también llamadas *factores*.

- Las **variables dependientes**, que son aquellas que se estudian para analizar el efecto que tienen sobre ellas los cambios en las variables independientes.

c) **Selección de sujetos**

La selección de sujetos o muestra de la población que se utilizará en el experimento está estrechamente relacionada con la generalización de los resultados del mismo. Para generalizar los resultados a la población deseada, la selección de sujetos debe ser estadísticamente representativa de esa población. La muestra de la población puede ser probabilística o no probabilística. Ejemplos de técnicas para obtener muestras de población probabilísticas son el muestreo simple al azar, muestreo sistemático y muestreo estratificado al azar; y para obtener muestras no probabilísticas las técnicas a utilizar son el muestreo por conveniencia y el muestreo por cuotas.

El tamaño de la muestra también tiene influencia sobre la generalización de los resultados. Cuanto más grande es la muestra, menor será el error cometido al generalizar los resultados. El tamaño de la muestra está estrechamente relacionado con la potencia del test estadístico.

d) **Diseño del experimento**

Un experimento consiste en una serie de tests del tratamiento. Para realizar adecuadamente un experimento, se deben planificar y diseñar cuidadosamente las series de tests. El diseño de un experimento describe como están organizados los tests y como se ejecutarán. El diseño y el análisis estadístico del experimento están estrechamente ligados. Para diseñar el experimento, es necesario observar las hipótesis y decidir qué análisis estadísticos hay que ejecutar para rechazar la hipótesis nula. En base a suposiciones estadísticas, como las escalas de medición y los objetos sobre los que se pueden utilizar, es posible hacer el diseño del experimento. Un diseño apropiado también será la base para permitir la posterior replicación. Cuando se diseña un experimento se puede distinguir entre diseños intra-sujetos y diseños inter-sujetos. En el diseño intra-sujetos, todos los sujetos realizan todos los tratamientos, mientras que en el diseño inter-sujetos se seleccionan diferentes sujetos para cada tratamiento. El

mejor modo es aquel en el que las condiciones experimentales son lo más parecidas posibles en todos los tratamientos, y ello sólo se consigue con los diseños intra-sujetos. Es decir, una vez que se han elegido los sujetos que realizarán el experimento, todos ellos realizarán las mismas tareas experimentales. La comparación del rendimiento de las diferentes condiciones permite estudiar el efecto de la variable independiente. Esto tiene la ventaja de garantizar el control de todas las variables debido a diferencias entre sujetos, lo que podría interferir en los resultados de la investigación y, además, permitiría reducir el esfuerzo de encontrar la misma información con un bajo número de sujetos. Este tipo de experimentos el más utilizado en Ingeniería del Software [Basili et al., 1999], sin embargo existe una serie de interferencias en el diseño intra-sujetos:

- Antes de realizar el experimento existen efectos que pueden comprometer la validez interna de los experimentos intra-sujetos como los efectos de persistencia (una forma de controlarlos es que los sujetos realicen el experimento una sola vez, no lo repitan), los efectos de fatiga (apreciables sobretodo en experimentos excesivamente largos), y los efectos debidos a la falta de motivación.
- Durante la realización del experimento se deben considerar los efectos de aprendizaje (que se evitan presentando las diferentes tareas a realizar en todos los diferentes órdenes posibles), los efectos de persistencia (cuando se sospecha que los efectos de un tratamiento persisten, sólo se realizará una vez ese tipo de experimento con ese grupo de sujetos).

e) **Instrumentación**

El objetivo global de la instrumentación es proporcionar métodos para la realización del experimento y monitorizarlo, sin afectar el control de los experimentos. Los resultados del experimento deberán ser los mismos independientemente de la instrumentación. Si la instrumentación afecta al resultado del experimento, éstos no serán válidos. La instrumentación para un experimento consta de tres distintos tipos de elementos: objetos particulares, instrucciones e instrumentos de medición. Antes de la ejecución, se desarrollan los instrumentos específicos para el experimento. Los objetos del experimento pueden ser, por ejemplo, especificación o código de documentos. Cuando se planifica un experimento, es importante elegir

los objetos que son apropiados.

Las instrucciones son necesarias para organizar a los participantes durante el experimento. Las instrucciones incluyen, por ejemplo, los procesos descriptivos y las listas de comprobación. Si se comparan diferentes métodos en el experimento, tienen que prepararse las instrucciones para cada método. Además de las instrucciones, los participantes también necesitan entrenamiento en los métodos que se van a usar.

Las mediciones en un experimento se realizan a través de los datos recogidos. En experimentos los datos normalmente se recogen por medio de formularios escritos a mano o a través de entrevistas.

f) **Evaluación de la validez**

Una cuestión fundamental relacionada con los resultados del experimento es la validez de esos resultados. El grado de credibilidad de los resultados de un experimento depende de la validez de las conclusiones que se obtengan. Es importante considerar la cuestión de la validez durante la fase de planificación para asegurar adecuadamente la validez de los experimentos. Hay dos tipos de criterios de evaluación de experimentos [Campbell y Stanley, 1966]:

- **Validez interna.** La validez interna es el grado de confianza en la relación causa-efecto entre los factores de interés y los resultados observados, es decir, el grado en el que se pueden obtener conclusiones sobre el efecto causal que la variable independiente tiene sobre la variable dependiente. Los factores que tienen repercusión en la validez interna son la selección y división de los sujetos en diferentes grupos, las diferencias entre sujetos y el balanceo de los mismos durante el experimento, el material utilizado en el experimento, etc.
- **Validez externa.** La validez externa es el grado en el que los resultados de la investigación pueden ser generalizados a la población estudiada y a otros ambientes de investigación. Cuanto mayor es la validez externa, en mayor medida pueden generalizarse los resultados de un estudio empírico como una práctica real de ingeniería del software. La validez externa no sólo se ve afectada por el diseño del experimento sino también por los objetos del experimento y los sujetos que lo realizan. Existen principalmente tres riesgos: (1) no tener los sujetos adecuados para el

experimento, (2) realizar el experimento en un ambiente erróneo y (3) ejecutarlo en unas circunstancias que condicionen los resultados.

La asignación aleatoria de los sujetos a los tratamientos intenta paliar las amenazas a la validez interna y externa, sin embargo es importante conocer cuales son las amenazas más comunes:

- **Selección:** cualquier tipo de diferencia entre los individuos asignados a los diferentes tratamientos
- **Maduración:** cualquier proceso que ocurre naturalmente a las personas bajo estudio y que puede producir cambios en su rendimiento (fatiga, aburrimiento, crecimiento, madurez intelectual)
- **Historia:** cualquier evento que coincide con el tratamiento y podría tener efectos sobre los resultados del mismo. Pueden ser hechos políticos, económicos o culturales en el entorno en el cual el experimento se está desarrollando, por ejemplo la enfermedad de un investigador relacionado al experimento, la falla de un equipo, o interrupciones indeseadas de cualquier tipo.
- **Instrumentación:** cambios en los procedimientos de medida, por ejemplo porque se descubrió una manera de hacerlo mejor que antes, o porque los investigadores observadores gradualmente ganan experiencia o no tienen el mismo cuidado.
- **Mortalidad:** cualquier tipo de baja entre los sujetos bajo estudio

2. Operación

Cuando un experimento ha sido diseñado y planificado debe llevarse a cabo para recoger los datos que se analizarán. En la etapa operacional de un experimento, los tratamientos son aplicados a los sujetos, es decir cuando el experimentador se encuentra con los sujetos. La etapa operacional se divide en tres fases:

a) Preparación

Antes de que el experimento se inicie, se debe encontrar el personal que se comprometa a participar como los sujetos del mismo. Es esencial que los sujetos que participen en el experimento estén motivados y participen voluntariamente en todas las partes del experimento. La selección de sujetos así como las técnicas de muestreo se deciden en la etapa anterior. Los

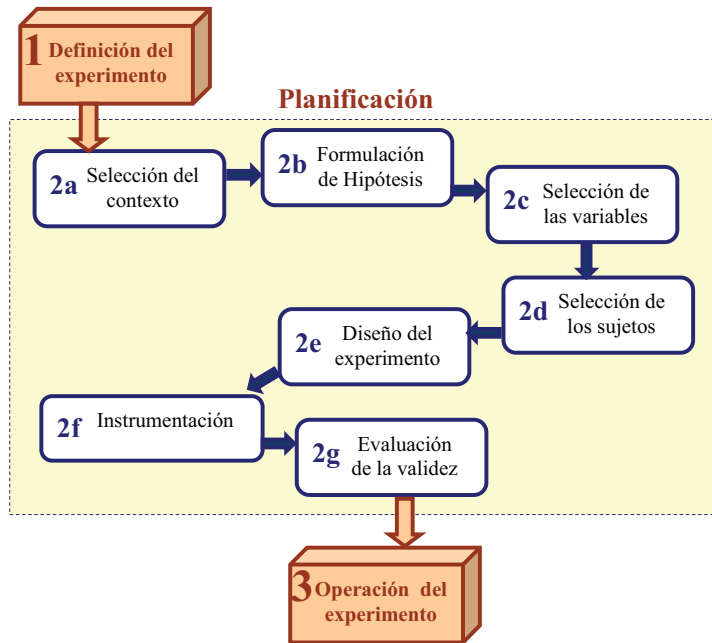


Figura 2.3: Etapas del proceso de planificación de un experimento

siguientes aspectos deberían ser considerados respecto a los sujetos que participan en un experimento:

- Obtener consentimiento de los participantes respecto a los objetivos de la investigación.
- Si los resultados obtenidos en el experimento pueden afectar de alguna manera la sensibilidad de los participantes, es importante hacerles saber que el resultado de su rendimiento personal en el experimento se mantendrá confidencial.
- Un modo de atraer a la gente a un experimento es ofrecer algún tipo de incentivo.
- El fraude, es decir, “engañar” a los participantes, generalmente no favorece los resultados de un experimento. Si el fraude fuese la única alternativa debería llevarse a cabo si concierne aspectos que sean insignificantes para los participantes y no afecten su voluntad de participar en el experimento.

Antes de que se ejecute el experimento, todos los instrumentos del experimento deberán estar preparados. Esto puede incluir, como se ha comentado anteriormente, los objetos del experimento, las instrucciones

para el experimento y los formularios de medida y las herramientas. Los instrumentos necesarios y el método que se utilizará para la recogida de los datos se determinan en el diseño del experimento. Si los propios sujetos son los que van a recoger los datos, significará en muchos casos que se les tendrá que repartir algún tipo de formulario. Otro aspecto a determinar cuando se construyen los formularios es si van a ser personales o anónimos.

b) Ejecución

El experimento puede ser ejecutado de diferentes modos. Algunos experimentos se llevan a cabo de una vez juntando a todos los participantes, por ejemplo, en una sesión. La ventaja de este método es que el resultado de la recogida de datos se puede obtener directamente en la sesión y no es necesario contactar posteriormente con cada uno de los participantes para requerirle los resultados. Otra ventaja es que el experimentador está presente durante la realización y, si surgiera alguna duda, la podría resolver directamente. Sin embargo, algunos experimentos son ejecutados durante un intervalo de tiempo mucho mayor, y no es posible que el experimentador participe en cada detalle del experimento y en la recogida de datos. Por ello, los datos pueden ser recogidos de forma manual por los participantes, mediante el uso de formularios, como automáticamente a través de herramientas especialmente implementadas para ello. La primera alternativa es probablemente la más común.

c) Validación de los datos

Una vez que los datos han sido recogidos, el experimentador debe comprobar si los datos son razonablemente válidos y si se han recogido correctamente. Para ello es necesario verificar que los participantes han comprendido bien los formularios y que, además, los han rellenado correctamente. También es importante revisar que los experimentos se han desarrollado tal y como se había previsto.

3. Análisis e Interpretación

Una vez recogidos los datos empíricos, deben ser analizados adecuadamente. Hay tres elementos principales a considerar cuando se eligen las técnicas de análisis:

- la naturaleza de los datos que se han recogido,
- por qué se ejecuta el experimento,

- el tipo de diseño experimental.

Dependiendo del propósito del experimento, se pueden utilizar diferentes técnicas para probar las hipótesis. El objetivo de probar las hipótesis es ver si es posible rechazar la hipótesis nula, H_0 , en base a los estadísticos correspondientes a una muestra de la población.

4. Presentación y Empaquetamiento

Una vez realizado un experimento, los resultados obtenidos pueden publicarse en artículos, en informes para la toma de decisiones o como material educacional. Para la presentación de un experimento es importante mantener registro de los aspectos importantes y la información necesaria para llevar a cabo réplicas y obtener beneficios del experimento y del conocimiento obtenido a través de él. La elaboración de paquetes de laboratorio (*laboratory packages*) [Basili et al., 1999] está pensada para facilitar la replicación de los experimentos, por lo tanto es importante incluir:

- el análisis y objetivos del experimento;
- la motivación a la hora de realizar las decisiones claves del diseño, etc.;
- el diseño experimental, incluyendo las amenazas a la validez y los puntos fuertes del experimento; el contexto en el cual se llevó a cabo el experimento; el proceso para ejecutar el experimento; y los métodos utilizados durante el análisis de los datos empíricos.

2.1.1.2. Casos de estudio

Los casos de estudio se utilizan para monitorizar proyectos, actividades o asignaciones. En este tipo de estrategia, los datos se recogen para un propósito específico. Un caso de estudio está orientado normalmente a analizar un determinado atributo o establecer relaciones entre diferentes atributos. El nivel de control de un caso de estudio es más bajo que en un experimento. Los casos de estudios son estudios observacionales, es decir, se llevan a cabo mediante la observación de un proyecto o actividad que está en marcha, mientras que los experimentos son estudios controlados [Zelkowitz et al., 2003].

Desarrollar un caso de estudio requiere los mismos pasos vistos para un experimento. El establecimiento de la hipótesis es particularmente importante, ya que sirve de guía

para medir y analizar los resultados. Los casos de estudio pueden ser aplicados como una estrategia de investigación comparativa a los resultados de usar otra aproximación.

Cuando se realiza un caso de estudio, es necesario minimizar los efectos de los factores confusos. Un factor confuso es aquel que hace imposible distinguir los efectos de un factor de los efectos de otro. Esto es importante ya que no se tiene el mismo control sobre un caso de estudio al que se tiene en un experimento. Por ejemplo, puede ser difícil determinar si unos resultados mejores dependen de la herramienta utilizada o de la experiencia del usuario sobre la herramienta.

Una ventaja importante de los casos de estudio es que incorporan cualidades que un experimento no puede visualizar, por ejemplo, la escala, la complejidad, la falta de predictibilidad y el dinamismo. Por el contrario, existen algunos problemas potenciales:

- Un caso de estudio pequeño o simplificado rara vez es un buen instrumento para descubrir principios y técnicas de la Ingeniería del Software. Los aumentos en la escala hace que cambie el tipo de problemas que se enfrentan. En otras palabras, el problema puede ser diferente en un caso de estudio pequeño respecto al de un caso de estudio grande, aunque el objetivo sea estudiar las mismas características. Por ejemplo, en un caso de estudio pequeño el problema principal puede ser la técnica estudiada y en un caso de estudio grande el mayor problema puede ser la cantidad de personas involucradas en el proyecto y por tanto, la comunicación entre ellas.
- Los investigadores no tienen el control completo sobre la situación del caso de estudio. Esto es bueno porque los cambios impredecibles pueden dar más información acerca de los problemas que se están estudiando, pero hace más difícil el control de los efectos debido a los factores confusos.

2.1.1.3. Encuestas

Una encuesta es, a menudo, un método de investigación que se realiza de forma retrospectiva, cuando por ejemplo, una herramienta o técnica ha estado usándose durante un periodo de tiempo. Las principales formas de recolectar los datos cuantitativos o cualitativos son las entrevistas y los cuestionarios. Estos se completan tomando muestras que sean representativas de la población que se quiere estudiar. Los resultados de una encuesta son analizados posteriormente de manera que se puedan derivar conclusiones descriptivas o explicativas. Las encuestas son muy comunes en las ciencias sociales. No proporcionan control sobre la ejecución de la medición y aunque

es posible compararlas a otras parecidas no es posible manipular las variables. Se puede encontrar más información acerca de las encuestas en [Pfleeger y Kitchenham, 2001].

Las encuestas se realizan cuando el uso de una técnica o herramienta ya se ha realizado o antes de que sea introducida. Pueden ser vistas como una instantánea para capturar el estado actual de un entorno. Las encuestas pueden utilizarse, por ejemplo, para intenciones de voto o análisis de mercados. Tienen la habilidad de proporcionar una gran cantidad de variables a evaluar pero es necesario que el objetivo se centre en obtener la mayor información posible de la menor cantidad de variables, ya que la reducción simplifica la tarea de análisis.

2.1.1.4. Comparación entre las estrategias cuantitativas presentadas

Es posible realizar una comparación de las estrategias presentadas anteriormente (secciones 2.1.1.1, 2.1.1.2 y 2.1.1.3) de acuerdo a los siguientes factores:

- Control de la ejecución. Describe cuánto control tiene el investigador sobre el estudio. Por ejemplo, en un caso de estudio los datos son recogidos durante la ejecución de un proyecto. Si se decide parar el estudio, por ejemplo por razones económicas, el investigador no puede continuar con el estudio. Por el contrario en un experimento el investigador tiene control pleno sobre la ejecución.
- Control de la medición. Es el grado en el que el investigador puede decidir sobre qué medidas deben ser recogidas y cuáles deben ser incluidas o excluidas durante la ejecución del estudio. En una encuesta no es posible incluir medidas.
- Coste de la investigación. Dependiendo de la estrategia elegida, el coste asociado a la investigación varía. Esto está relacionado, por ejemplo, con el tamaño de la investigación y las necesidades de recursos. La encuesta es la estrategia de menor coste, ya que no requiere grandes cantidades de recursos.
- Facilidad de réplica. Se refiere a la facilidad con la que podemos replicar la situación base que estamos investigando. Si la replicación no es posible, no se puede llevar a cabo un experimento. Gracias a la posibilidad de replicación de los experimentos sus resultados son más generalizables

La Tabla 2.3 muestra cada uno de los factores mencionados para cada una de las estrategias y se puede usar como guía a la hora de decidir qué estrategia seguir.

Finalmente, a modo de resumen, en la Tabla 2.4 se presenta una comparación entre las tres estrategias cuantitativas descritas anteriormente.

Factor	Encuesta	Caso de Estudio	Experimento
Control de la Ejecución	No	No	Si
Control de la Medición	No	Si	Si
Coste de Investigación	Bajo	Medio	Alto
Facilidad de Réplica	Alto	Bajo	Alto

Tabla 2.3: Factores de las estrategias de investigación [Wohlin et al., 2000]

Factor	Encuestas	Casos de Estudio	Experimentos
Características	Son comunes en las ciencias sociales para hacer estudios en retrospectiva. No se provee control de la ejecución de la medida, pero es posible comparar dos encuestas similares	No se tiene control como en los experimentos, puesto que ciertas variables están determinadas por el proyecto bajo estudio	Son investigaciones rigurosas, formales y controladas. Manipulan un par de variables y mantienen en niveles estables todas las demás
Recolección de datos	Mediante cuestionarios o entrevistas. Pueden recolectar datos tanto cuantitativos como cualitativos	Es un estudio basado en la observación: los datos se recogen a lo largo del estudio	Se llevan a cabo en el ámbito de un laboratorio, lo que los hace altamente controlables
Sujetos	Son elegidos de manera que el conjunto sea una muestra representativa de la población de estudio	Los sujetos pertenecen al ámbito natural donde se lleva a cabo el estudio	Se asignan aleatoriamente a distintos tipos de tratamiento

Tabla 2.4: Descripción de las distintas estrategias de recolección de datos

2.1.2. Métodos Cualitativos

La investigación cualitativa es un método utilizado principalmente en ciencias sociales, que estudia la calidad de las actividades, relaciones, asuntos, medios, materiales o instrumentos en una determinada situación o problema. Intenta analizar exhaustivamente un asunto o actividad en particular, a diferencia de los estudios experimentales, que intentan determinar la relación de causa y efectos entre dos o más variables. La investigación cualitativa se interesa en saber cómo se da la dinámica o cómo ocurre el proceso en que se da el asunto o problema. Para ello utiliza enfoques metodológicos basados en principios teóricos tales como la fenomenología, la hermenéutica, y la interacción social empleando métodos de recolección de datos que son no cuantitativos.

Las estrategias de investigación cualitativa comprenden las capacidades necesarias, asunciones, promulgaciones y las prácticas para recolectar y analizar material empíricamente. Por ejemplo, algunas de ellas son [Denzin y Lincoln, 2000]:

- Casos de estudio: De manera similar a la estrategia vista en los métodos cuantitativos, se refiere al estudio exhaustivo de un caso particular. Puede referirse al estudio de un niño, un curso o un incidente como la motivación de un profesional para estudiar un caso en especial. La diferencia radica en el objetivo de la observación y del análisis del caso.
- Etnografía: Es un método de investigación relacionado a la antropología. Facilita el estudio de un ámbito sociocultural concreto, por ejemplo una comunidad humana con identidad propia. Se basa en la entrevista y la observación (con o sin participación). La investigación etnográfica obtiene información a través de informantes cualificados que, a la vez, son miembros del grupo estudiado.
- Teoría fundamentada (*grounded theory*): Es una metodología para la construcción de una teoría mediante la recogida y el análisis de datos de manera sistemática.
- Investigación-Acción Participativa: Es una forma de investigar de carácter colaborativo que busca unir teoría y práctica entre investigadores y practicantes mediante un proceso de naturaleza cíclica. El objetivo principal de la Investigación-Acción Participativa es la necesidad de conocer un fenómeno, con la intención de producir los cambios deseados [Wadsworth, 1998].

De manera complementaria existen técnicas para recolectar y analizar la información relacionada con las estrategias anteriores. Las más importantes son:

- **Entrevista:** Es una conversación, basada en preguntas y respuestas. Requiere una buena capacidad para escuchar de parte del entrevistador y a menudo está influenciada por características personales del mismo (raza, género, clase social, etc.).
- **Observación:** Está particularmente orientada al estudio en un entorno natural. Puede ser participativa (donde el observador interviene dentro del problema o situación que se va a investigar) o no participativa (donde el observador sólo recopila datos).
- **Análisis de texto y conversaciones:** Analiza el texto en función de *chunks* (porciones) y cómo se relacionan entre sí. La primer tarea requerida es identificar la *unidad de análisis*, es decir con qué nivel de granularidad se va a estudiar el texto. Respecto a la forma de analizar el texto puede hacerse mediante la técnica de *análisis de contenido*, la cual se basa en el análisis del texto (ya sean entrevistas, documentos, etc.) mediante códigos que se construyen durante el análisis del objeto bajo estudio, a diferencia de por ejemplo la *teoría fundamentada* (grounded theory) donde los códigos se construyen a partir del texto, a medida que se estudia. En el caso de la técnica de análisis de contenido los códigos se definen antes de hacer el análisis, de acuerdo a la intención del estudio [Liamputtong y Ezzy, 2005]. El análisis de contenido no es una teoría sino un conjunto de técnicas que se aplican en función de una teoría que de sentido al análisis y a los resultados. El análisis de contenido se diferencia del análisis de discurso, en el sentido que el análisis de contenido se combina con métodos cuantitativos incluso con el auxilio de aplicaciones informáticas, mientras que el análisis de discurso hace un estudio puramente cualitativo.

2.2. Aplicación en esta tesis

En esta tesis se ha aplicado una combinación de métodos cuantitativos:

- En primer término se ha llevado a cabo el diseño e implementación de un *experimento controlado* para comprobar la aplicabilidad de nuestra propuesta, así como para contrastar su influencia en el proceso de priorización de requisitos.
- Además, de manera suplementaria, se ha aplicado la estrategia de *encuestas*, mediante el diseño e implementación de cuestionarios, tanto para la obtención

de las preferencias de los stakeholders, en la etapa más temprana de nuestra propuesta, como para la recolección de información antes, durante y después de la ejecución del experimento.

Capítulo 3

Estado del Arte

Puesto que el objetivo de esta tesis es la definición de una estrategia para la priorización de requisitos software durante la etapa de elicitación, ha sido necesario abordar bibliografía de diferentes ámbitos. En consecuencia, en este capítulo se presenta un breve marco conceptual referido al proceso de elicitación de requisitos como una revisión del estado del arte de la actividad de priorización, focalizando principalmente en el análisis de la problemática que introduce la percepción de requisitos.

3.1. El proceso de la ingeniería de requisitos

En esta sección se presenta el proceso de ingeniería de requisitos, para luego enfocarse en la etapa de elicitación de requisitos, es decir el proceso durante el cual clientes y/o futuros usuarios del software en construcción, explicitan los requisitos que desean que este cumpla. Es necesario destacar que, aunque el término elicitación no está registrado en el Diccionario de la Real Academia Española, y que otros autores prefieren utilizar las palabras educación [Carrizo-Moreno, 2004], adquisición (acquisition) [Shaw y Gaines, 1996], recolección (gathering) [Young, 2002], captura (capture) [Macaulay, 1993], descubrimiento (discovery) [Herlea y Greenberg, 1998, Lutz y Mikulski, 2003], en nuestro trabajo se utiliza el neologismo elicitación como se sugiere en [Fernández y Rueda, 1998], ya que el mismo representa mejor el esfuerzo que significa para los analistas hacer que el usuario revele los requisitos deseados, en lugar de insinuar un proceso de inferencia lógica como sugiere la palabra educación, o como las palabras captura o recolección que suelen dar la idea errónea de que los requisitos están disponibles para ser recolectados [Nuseibeh y Easterbrook, 2000]. Para comenzar se describirá qué son los requisitos del software. Luego se centrará en la etapa de la

ingeniería del software donde se lleva a cabo la priorización de requisitos y se resaltará la importancia de la etapa de elicitación en la misma. Posteriormente se focalizará en determinar los problemas de la priorización de requisitos y las técnicas utilizadas para llevarla a cabo.

3.2. El proceso de elicitación en la ingeniería de requisitos

La Ingeniería de Requisitos (RE según sus siglas en inglés) es el proceso mediante el cual se descubre el propósito del sistema que ha de construirse, con el objetivo de cubrir las necesidades de los clientes y de los usuarios. Además, esta etapa involucra la documentación de los requisitos obtenidos en una manera que permita el análisis, la comunicación y su futura implementación [Nuseibeh y Easterbrook, 2000].

Requerimientos vs. Requisitos. Si bien en trabajos, congresos y talleres suelen referenciar indistintamente los términos “Requerimientos de software” y “Requisitos de software”, éstos no son sinónimos. Las traducciones del inglés, muchas veces también los consideran sinónimos, pero la realidad es que tienen diferente significado. Los requerimientos son las descripciones que hace el usuario de sus necesidades, los cuales generan los requisitos que deben cumplir para poder llegar a satisfacer dicho requerimientos. Resumiendo, si hablamos desde el punto de vista de los pedidos del usuario estamos hablando de requerimientos, si hablamos de lo necesario para cumplir esos requerimientos o desde el punto de vista del analista o desarrollador, nos referimos a los requisitos.

Este trabajo está enfocado desde el perfil del desarrollador, por lo que haremos uso del término “requisitos” en el transcurso de esta Tesis.

Un requisito de software es, según [Abran et al., 2005], *“una propiedad que debe exhibir el software desarrollado (o adoptado) para solucionar un problema particular”*. Según [Davis, 1993], un requisito, sin importar el lenguaje, la notación o la técnica utilizada, debe tener las siguientes características:

- Definir un objeto, una función o un estado
- Limitar o controlar las acciones asociadas a un objeto, función o estado
- Definir relaciones entre objetos, funciones o estados

Si bien según la literatura podemos clasificar los requisitos de diversas maneras, la clasificación provista por [Abran et al., 2005] es bastante simple y general. Básicamente se dividen de acuerdo a distintos aspectos en:

- Requisitos Funcionales o no Funcionales. Los requisitos funcionales capturan el comportamiento previsto del sistema. Este comportamiento se puede expresar como los servicios, tareas o funciones que necesita el sistema para funcionar. Al desarrollar un producto, se debe distinguir entre la funcionalidad de ese producto y las características que lo distinguen frente al producto de los competidores. La funcionalidad puede ser básica o adicional. Según [Malan y Bredemeyer, 2001] una estrategia para producir software es producir la funcionalidad base, y luego ir agregando características a las versiones del producto. Las cualidades arquitectónicas tales como extensibilidad, flexibilidad, portabilidad se expresan como requisitos no funcionales.
- Requisitos derivados o impuestos directamente (por cualquiera de las fuentes).
- Requisitos sobre productos o sobre procesos.
- Requisitos de acuerdo a un orden de prioridad. A mayor prioridad, son requisitos más importantes o necesarios. Es necesario determinar el nivel de prioridad ya que de éste depende que algunas características se agreguen a nuevas versiones del producto.
- Requisitos de acuerdo a su alcance. El alcance de un requisito significa hasta dónde dicho requisito afecta un software o un grupo de componentes de software. Algunos requisitos, tienen un alcance global y su satisfacción no puede caer en componentes discretos, de esta manera afectan la arquitectura y el diseño del componente; en cambio otros requisitos tienen menor impacto.
- Requisitos de acuerdo a su variabilidad. Algunos requisitos pueden cambiar durante el ciclo de vida cualquier parte del desarrollo del software. El ingeniero de requisitos debe establecerlos con tolerancia a los cambios, que al producirse deben ir acompañados de la evaluación del impacto del cambio en el resto del sistema. El cambio puede producirse en diferentes momentos [Antonelli y Oliveros, 2001], como en el momento de definir los requisitos, cuando se puede evaluar si hay cambios sobre otros requisitos; en la implementación, por lo cual es necesario evaluar el impacto tanto en los requisitos como en el diseño e implementación; o cuando el sistema está en etapa operativa.

La ingeniería de requisitos involucra un conjunto de actividades humanas, por eso es importante tener en cuenta cómo la gente percibe y entiende el mundo y cómo interactúan entre sí [Nuseibeh y Easterbrook, 2000]. Estas actividades han sido clasificadas en forma diferente, según distintos autores. Según la clasificación hecha por [Davis, 1993] durante la etapa de requisitos ocurren dos actividades claramente diferenciables:

- el análisis del problema, durante el cual se llevan a cabo entrevistas, reuniones, lluvia de ideas, etc., para obtener conocimiento sobre el problema e identificar restricciones de la solución;
- y una segunda etapa, llamada de descripción del producto, donde se toman decisiones y se escribe un documento que describe el funcionamiento esperado del producto, en este momento también se organizan ideas, resuelven conflictos y eliminan inconsistencias y ambigüedades.

3.2.1. Elicitación de requisitos

La elicitación de requisitos es considerada en [Hickey y Davis, 2003b] como una de las actividades más críticas del desarrollo de software. Los datos obtenidos durante la recopilación de hechos se analizan para determinar la especificación de requisitos, es decir la descripción de las características del nuevo sistema. El proceso de adquirir o capturar el conocimiento relevante, necesario para producir el modelo de los requisitos de un dominio de problema, es conocido como *elicitación*. El proceso de elicitar requisitos intenta “descubrir” el conocimiento de un problema, tarea que no se puede reducir a la simple aplicación de una técnica específica de elicitación. Por ello, en general se utiliza en este proceso la combinación de varias técnicas, conduciendo al analista a resultados más confiables. Para abarcar las actividades comprendidas en la Ingeniería de Requisitos se utilizan términos como adquisición, elicitación, análisis, especificación, validación y otros. Estos términos tienen múltiples interpretaciones, pero para evitar confusiones seguiremos la propuesta de [Loucopoulos y Karakostas, 1995] en la cual se proponen tres procesos: Elicitación, Especificación y Validación. La relación existente entre los procesos se puede visualizar en la Figura 3.1.

En el proceso de elicitación se obtiene el conocimiento relevante del problema, para producir luego una especificación rigurosa del software necesario para resolver el problema. La especificación puede ser vista como un contrato entre usuarios y desarrolladores de software, que define el comportamiento deseado del artefacto de

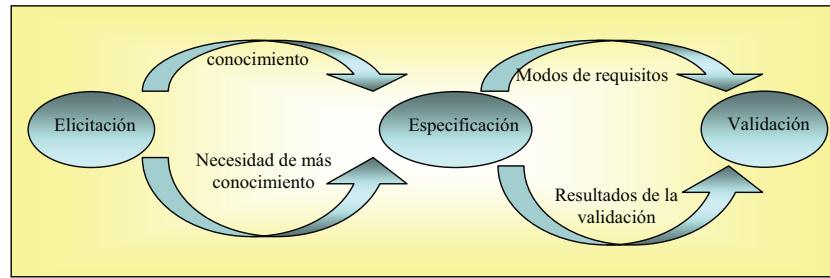


Figura 3.1: Relación entre procesos de la Ingeniería de Requisitos

software sin mostrar cómo será alcanzada su funcionalidad. Por último la validación certifica que se ataca el problema correcto.

Podemos decir que los procesos son partes de un método y que para realizar un proceso existen distintas técnicas que se pueden utilizar. Cada método es adecuado para dominios de aplicación particulares, pero en muchas circunstancias seguir un método completamente podría ser innecesario; en vez de ello los ingenieros de requisitos seleccionan las técnicas más apropiadas para un proceso de elicitación. En estos casos una guía de selección de técnicas sería preferible a un método en particular [Maiden y Rugg, 1996].

La elicitación de requisitos es el primer paso en el proceso de la RE. La información obtenida durante la elicitación de requisitos debe ser analizada, modelada y validada previamente a que los ingenieros de requisitos puedan considerar un conjunto suficientemente completo de requisitos de un sistema. La técnica de elicitación utilizada debe estar relacionada con esquemas de modelado y viceversa, ya que los esquemas de modelado implican la utilización de tipos particulares de técnicas de elicitación. La elicitación abarca identificar las fuentes de conocimiento, adquirir conocimiento, decidir la relevancia del mismo para el problema y comprender su significado.

Es frecuente que estas tareas presenten obstáculos que impidan tener los requisitos adecuados, fáciles de entender y validar. Entre estos se encuentra la naturaleza cambiante de los requisitos, la definición de los límites del problema y cómo esos límites afectan las etapas subsecuentes, así como la identificación y resolución de conflictos que surgen a partir de distintos puntos de vista. Estos inconvenientes tratan de minimizarse a través del uso de distintas técnicas de Elicitación.

Podríamos decir que la Elicitación es una actividad fundamentalmente humana, donde la interpretación de los conceptos juega un rol trascendental. De allí que las personas encargadas de adquirir los requisitos suelen encontrarse a menudo con

dificultades, las cuales se producen porque los usuarios no saben o no pueden describir sus tareas; o porque no están completamente dispuestos a cooperar ya sea por desinterés o miedo. Para poder realizar la elicitación con el mayor grado de efectividad es necesario por un lado tranquilizar a los usuarios con respecto al sistema a desarrollar, y concientizarlos de la importancia de su cooperación. Por el otro lado es primordial la comunicación con los usuarios, que estos se sientan cómodos, ambientados, en la descripción de los requisitos. Existen distintas técnicas de elicitación, las cuales pueden ser analizadas de acuerdo a este último objetivo.

3.2.2. Obtención de requisitos durante la elicitación

Existen en la literatura diferentes versiones sobre las tareas a realizar en la obtención de requisitos, que según [Hickey y Davis, 2003a] es la actividad que resulta en un entendimiento y documentación de los requisitos de un sistema. En [Durán-Toro, 2000, Durán-Toro y Bernárdez, 2000] se mencionan las tareas involucradas en la obtención de requisitos. Algunas de esas tareas se pueden realizar en forma simultánea, otras deben ser realizadas con un orden, el cual es de acuerdo a la Figura 3.2:

- *Tarea 1:* Obtener información sobre el dominio del problema y el sistema actual.

Lo primero y fundamental es conocer el dominio del problema y los contextos organizacional y operacional, es decir, la situación actual de la organización. Esta tarea es opcional, ya que puede que no sea necesario realizarla si el equipo de desarrollo tiene experiencia en el dominio del problema y el sistema actual es conocido.

- *Tarea 2:* Preparar y realizar las reuniones de elicitación.

Momento donde se preparan las reuniones con los participantes con objeto de obtener sus necesidades. Tarea especialmente crítica ya que generalmente el equipo de desarrollo no conoce los detalles específicos de la organización para la que se va a desarrollar el sistema y, por otra parte, los clientes y posibles usuarios no saben qué necesita saber el equipo de desarrollo.

- *Tarea 3:* Identificar/revisar los objetivos del sistema.

En esta tarea se identifican los objetivos a alcanzar por el sistema a desarrollar y se revisan en función de conflictos emergentes.

- *Tarea 4:* Identificar/revisar los requisitos de almacenamiento de información.

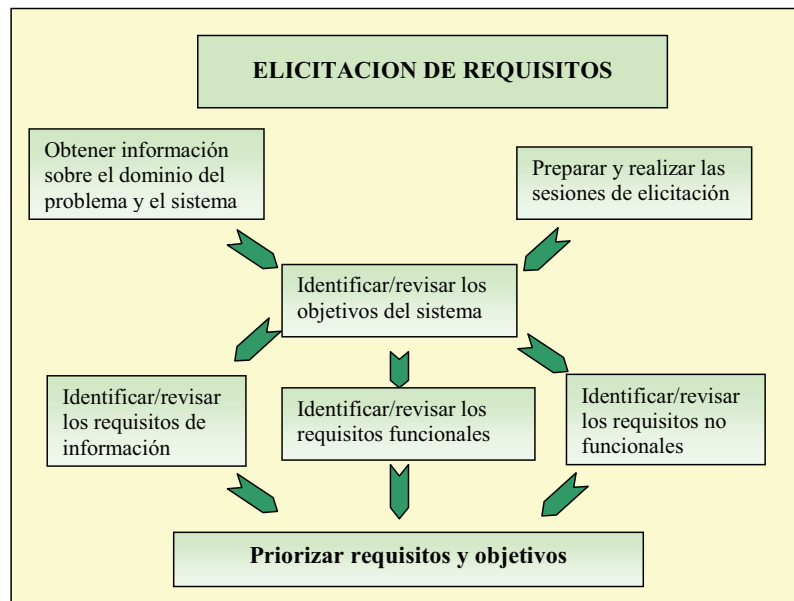


Figura 3.2: Actividades para la obtención de requisitos

A partir de la información obtenida en las tareas 1 y 2, y teniendo en cuenta los objetivos identificados en la tarea 3 y el resto de los requisitos, en estas tareas se debe identificar, o revisar conflictos tanto en el almacenamiento del sistema, como de sus requisitos funcionales y no funcionales.

- *Tarea 5:* Identificar/revisar los requisitos funcionales.
- *Tarea 6:* Identificar/revisar los requisitos no funcionales.
- *Tarea 7:* Priorizar objetivos y requisitos.

Se definen el orden y prioridad de requisitos y objetivos sobre otros.

Fuentes de Conocimiento Los requisitos pueden ser obtenidos de distintas fuentes de conocimiento. Clasificamos la manera de obtener información de una sola persona, de dos o tres personas, o de un grupo. También son distintas fuentes las anotaciones libres que se escriben como resultado de las entrevistas; y existe diferencia si uno mismo realiza las anotaciones que si las hace un tercero. Aquí mencionaremos dos clasificaciones y sus correspondencia.

En [Loucopoulos y Karakostas, 1995]] se menciona seis posibles fuentes de donde elicitar requisitos: *expertos* del dominio, *literatura* sobre el dominio, *software existente* acerca del dominio, *software de otros dominios*, *estándares* nacionales e internacionales,

y *otros stakeholders* del sistema de información. Dentro de los estándares se podrían mencionar leyes, reglamentos, tratados, normas internas, y la opción otros corresponde a cualquier elemento no tomado en cuenta en las fuentes anteriores.

Sin embargo, otros autores como [Thomas, 2003] usan como fuentes, una taxonomía de cuatro categorías: *personas*, *formularios*, *conocimiento adquirido* de desarrollos previos, y *productos* del mundo real.

Ambas taxonomías se corresponden en algunos puntos. Por ejemplo: las personas se pueden dividir en grupos de expertos y de otros stakeholders, por lo tanto la primera categoría de Thomas se corresponde con las fuentes 1 y 6 de Loucopoulos. La segunda categoría la integran los formularios de uso en la organización y se corresponde con los puntos 2 y parte de los puntos 3 y 4 de Loucopoulos. La tercera categoría es el conocimiento adquirido por la organización en desarrollos previos los cuales tienen relación con las fuentes 2 y 3 de Loucopoulos.

3.2.3. Técnicas de elicitación de requisitos

En esta sección veremos dos marcos de clasificación de técnicas de elicitación, pero nos enfocaremos en las técnicas más utilizadas por los expertos [Hickey y Davis, 2003a].

De acuerdo a [Maiden y Rugg, 1996], la elección de las técnicas puede estar influenciada por la complejidad de la organización, por consideraciones políticas, económicas y financieras. También difiere el hecho de ser sistemas nuevos o modificación (versionado) de sistemas existentes. Las técnicas pueden ser simples, conformadas por técnicas puras o mezcla de técnicas. En [Young, 2002] se recomienda un conjunto de técnicas de elicitación que pueden ser utilizadas en combinación. En general se trata de utilizar herramientas automatizadas para minimizar el esfuerzo del analista.

La operación clave en la elicitación es descubrir qué problema necesita ser resuelto además de la identificación de los límites del sistema. Para que un ingeniero de sistemas considere que ha obtenido un conjunto de requisitos completo, dicho conjunto debe descubrir los elementos involucrados y las fuentes por las cuales se obtiene el conocimiento [Nuseibeh y Easterbrook, 2000]. En [Hickey y Davis, 2003a] se prefieren diferentes técnicas de acuerdo a las situaciones, lo cual significa que en cualquier momento las condiciones hacen que el analista utilice una técnica de elicitación específica.

Cada técnica de elicitación tiene un modelo de representación predominante que debería ser tomado en cuenta para sugerir su uso o no en un determinado grupo de

trabajo. La elección de la técnica de elicitación depende del tiempo y de los recursos disponibles, del ingeniero de requerimientos y del tipo de información a ser elicitada.

Las siguientes son técnicas de elicitación tradicionales:

- *Entrevistas.* Técnica directa simple. La información obtenida se ve influenciada por la predisposición, entendimiento y experiencia de la persona entrevistada. La entrevista sólo permite observar por separado cada punto de vista, por lo cual es una vista parcial de cualquier proyecto. Puede ser apropiado para buscar requisitos sin descubrir. Los cuestionarios no substituyen las entrevistas.
- *Análisis de documentos.* Toda elicitación de requisitos involucra un nivel de análisis de documentos como estudios de mercado, propuestas, contratos, leyes, guías y estatutos de trabajo, análisis de sistemas y procedimientos ya existentes.
- *Talleres de requisitos o sesiones colaborativas.* Son técnicas poderosas para elicitar requisitos porque pueden ser diseñadas en consenso. En estas sesiones se trabaja con varias personas (stakeholders) en forma conjunta, donde un factor importante es que el conjunto de stakeholders sea heterogéneo, autónomo y diverso. Una ventaja es que generalmente se consideran éxitos en los productos y proyectos, resoluciones de aspectos políticos y acuerdos en puntos específicos. Por lo general son poco costosos, dinámicos, interactivos y cooperativos. Una categoría especial de estos talleres es un taller JAD (Joint Application Development) [Liou y Chen, 1993]. JAD es un método a través del cual los clientes, usuarios y desarrolladores trabajan en forma conjunta con un moderador para producir una especificación de requisitos. Si bien existen muchas técnicas que se encuentran dentro de las sesiones colaborativas destacamos lluvia de ideas (Brainstorming), la cual por ser de amplia utilización, se va a identificar como una técnica particular.
- *Torbellino o Lluvia de ideas.* Involucra la generación de ideas, identificando todas las posibles y considerando luego las más útiles para el grupo. Las ideas más efectivas y creativas casi siempre son producto de combinación de ideas dispares.
- *Prototipación.* Es una técnica para construir una versión rápida de partes de un sistema. Sirve como un mecanismo de comunicación y permite entender la interacción del sistema. Es una técnica que es utilizada generalmente en combinación con otras. Cuando las personas no pueden establecer las necesidades, ya que hay una gran incertidumbre sobre los requisitos, un desarrollo temprano de

la aplicación puede ayudar en la tarea. Demanda el desarrollo de una aplicación menor previo a algunas sesiones.

- *Casos de uso.* Un caso de uso es una descripción de una secuencia de eventos en un lenguaje en común para usuarios finales y equipos de desarrollo. Debe ir acompañado de una descripción textual, siempre complementado con atributos de calidad y características de las interfaces. La utilización de escenarios y casos de uso facilita la comunicación del equipo de trabajo. Hay que ser cuidadoso, ya que los casos de uso por sí mismos, no proveen suficiente información para habilitar el desarrollo de otras actividades.
- *Storyboards.* Es un conjunto de cuadros que grafican el conjunto de actividades que ocurren en un sistema existente. Es un tipo de prototipos en papel. Los clientes, usuarios o desarrolladores comienzan dibujando gráficos de pantallas, diálogos y otros elementos que consideran que el sistema debe proveer. El grupo continúa desarrollando esto hasta llegar a un mutuo acuerdo. No son caros y eliminan el riesgo de los costos de la prototipación. Podría ser utilizado como un paso previo a la prototipación. Otra técnica relacionada es Storytelling que es la visión escrita de nuevos productos y servicios basados en la percepción de las necesidades de los usuarios y en las posibilidades ofrecidas por tecnologías emergentes.
- *Cambios de Rol.* Los cambios de rol permiten que los stakeholders experimenten el mundo pero desde la perspectiva del usuario. Es útil para mejorar desarrollos y evitar riesgos a un bajo costo.
- *Análisis de interfaces.* Generalmente una de las causas de fallas en los productos es la falta de funciones en las interfaces o interfaces con funciones incorrectas. La identificación de las interfaces externas necesarias clarifica el alcance del producto, evita riesgos, y reduce el costo de desarrollo del producto, además de mejorar la satisfacción del cliente. Los pasos de identificación, simplificación y monitoreo de interfaces, ayudan en la reducción de problemas relacionados con las interfaces.
- *Orientación por Objetivos.* La información obtenida durante la elicitación de requisitos debe ser generalmente interpretada, analizada, modelada y validada antes de recoger el conjunto completo de requisitos de un sistema. Elicitar objetivos enfoca al ingeniero de requisitos en el dominio del problema y en las necesidades de los usuarios más que en posibles soluciones a dichos problemas.

Elicitar los objetivos de alto nivel al principio en un desarrollo es crucial ya que los objetivos de alto nivel (como objetivos de negocios) se refinan en objetivos de niveles más bajos (como objetivos técnicos).

- *Modelado.* Un modelo es una representación de la realidad para facilitar el entendimiento de un sistema. Los modelos se consideran como una especie de nexo entre los analistas y los participantes ya que específicamente describen distintos flujos. Caben dentro de esta categoría los diagramas de flujos de datos (DFD), diagramas de estado, diagramas UML y diagrama de entidad relación (ER) que se utilizan en general en aplicaciones inherentes a la utilización intensiva de bases de datos. Los modelos tienen características en común: que el seguimiento es relativamente fácil de realizar lo que repercute en una mejor comunicación evitando así pérdida de información. Ayudan en la eliminación de ambigüedades e inconsistencias.
- *Etnografía.* Es la observación de un sistema existente, esta técnica sólo puede ser realizada para mejorar, optimizar o detectar fallas en sistemas existentes. Si bien libera a usuarios muy ocupados del tiempo que le llevaría sus sesiones grupales o entrevistas, y de ayudar a detectar determinaciones políticas y relaciones de poder (flujos verticales de una organización), en muchos casos no permite al ingeniero de sistemas abstraerse y considerar mejores soluciones para cada estrategia, ya que parte de un modelo ya terminado o implementado.
- *Cuestionarios.* Puede recolectar rápidamente información para un gran número de personas, también puede ser administrado remotamente. No sirve para descubrir necesidades particulares. Podría generar errores si se utilizan preguntas ambiguas o si las preguntas están mal orientadas. Además las preguntas abiertas son muy difíciles de analizar. Esta técnica siempre debe ser complementada con otra para tener resultados confiables.

Marcos de clasificación de Técnicas de Elicitación Existen varios marcos de clasificación de técnicas de elicitación [Hickey y Davis, 2003a, Nuseibeh y Easterbrook, 2000, Young, 2002], los cuales comparten conceptualmente algunas características. A modo de ejemplo detallamos dos marcos muy referenciados.

- Marco de H&D. En [Hickey y Davis, 2003a] se clasifican las técnicas en Modelos, Etnografía, Equipos de Trabajo, Priorización de Requisitos, Sesiones

Colaborativas, Prototipación, Listado de ítems, Cuestionarios, Resolución de Conflictos, Cambios de Role (Role playing), Métodos formales y Programación extrema.

- Marco de Nuseibeh. El Marco de Nuseibeh [Nuseibeh y Easterbrook, 2000] consiste en técnicas tradicionales (técnicas antiguamente utilizadas como encuestas, entrevistas, cuestionarios y análisis de documentación existente); técnicas grupales (como lluvia de ideas y talleres de requisitos), las cuales intentan promover el consenso entre un grupo de personas; prototipación (necesita de mucha interacción con el usuario); técnicas de modelado (model-driven) que utilizan el modelado como una forma de comunicación entre los usuarios e ingenieros de requisitos; técnicas cognitivas (demandan especialización de las personas) y técnicas contextuales (técnicas etnográficas, análisis de conversación).

3.3. Priorización de requisitos de software

La priorización de los requisitos, que significa determinar un orden de prioridad de un modo lo más objetivo posible, es considerada como una de las actividades de mayor importancia dentro del análisis de requisitos.

En esta sección presentaremos un grupo de metodologías que son utilizadas para priorizar requisitos, las cuales serán posteriormente analizadas dentro de un marco comparativo.

Goal Oriented Requirements Analysis Method. *AGORA* es una versión extendida del método de Análisis Orientado por Objetivos (*Goal-Oriented Requirements Analysis Method*) [Kaiya et al., 2002]. Las técnicas basadas en objetivos empiezan con identificaciones de objetivos en los niveles más altos, los cuales derivan en sub-objetivos donde las necesidades de los clientes se podrían interpretar como los objetivos iniciales. Generalmente, un objetivo es descompuesto en subobjetivos más específicos que se conectan con sus objetivos padres con líneas con direccionamiento. Existen dos tipos de descomposición: la descomposición *AND*, donde un objetivo se satisface si todos los sub-objetivos correspondientes a ese objetivo se satisfacen; y la descomposición *OR* que, cuando al menos un sub-objetivo se satisface, el objetivo padre se satisface. La descomposición de objetivos puede continuar en varios niveles diferentes de abstracción creando una jerarquía. En muchas situaciones un subobjetivo podría ser parte de más de un objetivo. Un grafo de objetivos *AGORA* es un grafo de cualidades

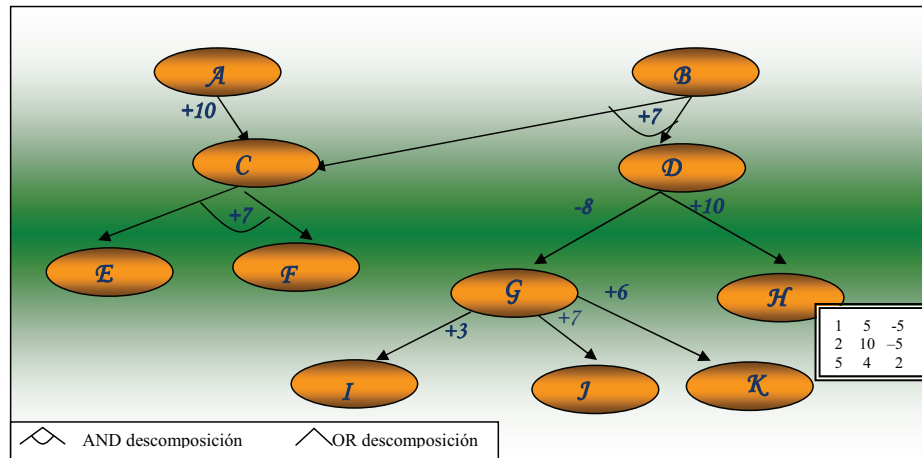


Figura 3.3: Grafo AND-OR de objetivos

(atributos) donde los valores de sus atributos son agregados a los grafos de objetivos. La contribución de una arista es el grado de contribución de un subobjetivo para el logro del objetivo padre, mientras que una matriz de preferencia representa la preferencia de un objetivo dada por cada uno de los participantes. La matriz de preferencia está adosada al objetivo. El valor de contribución expresa la contribución de un subobjetivo para el logro del objetivo padre donde a mayor valor, más contribución por parte de los subobjetivos. Cada persona involucrada no sólo adjudica el valor de preferencia por sí mismo, sino que también estima el valor de preferencia de las otras personas. Como resultado, estas preferencias están representadas en forma de matriz. La asignación de los valores por parte de los participantes es realizada en forma subjetiva.

Resumiendo un grafo de objetivos AGORA es un método de análisis de requisitos orientado a objetivos con valores de contribución. Es una versión extendida de un grafo de objetivos tipo *AND-OR*, en cuyas aristas se añaden valores de contribución y en cuyos nodos se añaden matrices de preferencia. La Figura 3.3 muestra la estructura de dicho grafo.

Los nodos y las aristas tienen valores que permiten estimar la calidad de la representación de los requisitos. Existen dos tipos de valores:

- Valor de Contribución: es un valor numérico añadido a una arista y expresa el grado de contribución del objetivo con respecto a la concreción del objetivo padre conectado. Puede ser un valor entero entre -10 y 10. Cuanto mayor es el valor mayor es la contribución que provee el sub-objetivo. El valor 0 implica que el

Evaluador\Evaluado	C	A	D
C = Cliente	8	-7	0
A = Administrador	10	10	-10
D = Desarrollador	5	-10	0

Tabla 3.1: Ejemplo de Matriz de Preferencia

sub-objetivo no representa contribución alguna en el nodo padre, en cuyo caso la arista no se dibuja.

- Matriz de preferencia: es una matriz añadida a un nodo, y mantiene el grado de preferencia del objetivo para cada participante. Cada participante no solo define el valor de preferencia para sí mismo sino que estima el valor de preferencia de los otros participantes. La fila i de una matriz es el valor definido por el participante i correspondiente a cada uno de los participantes asignados a las columnas j . Cada valor de la diagonal principal de la matriz corresponde al valor de preferencia de un participante estimado para sí mismo. En el ejemplo de la Tabla 3.1 los valores 8, -7, 0 son los valores de preferencia sugeridos por el cliente para sí mismo, para el administrador y el desarrollador.

Existe otra característica de este método que es el análisis racional, el cual representa las razones por las cuales el analista descompuso el objetivo en subobjetivos. Dicho análisis se utiliza en el mantenimiento de grafos de Objetivos AGORA.

Los conflictos entre participantes sobre un objetivo se descubren analizando la varianza de la matriz de preferencia. Cuando el analista encuentra una varianza muy grande en los elementos de la diagonal de una matriz, existe la posibilidad de conflictos sobre dicho objetivo. Si la varianza es mayor a una cierta cota, el analista deberá realizar el análisis racional, y deberá explorar las causas de este desentendimiento. En estos casos los participantes principales deberán negociar la resolución del mismo. Para priorizar objetivos, este método sugiere la combinación de métodos como de *Doble Beneficio*, *AHP* y *Análisis de Costos* con métodos de comunicación entre participantes. Los participantes seleccionan los valores subjetivamente, aunque podrían utilizar técnicas sistemáticas.

La implementación del método implica la realización de los siguientes pasos:

1. Seleccionar metas u objetivos principales. Los objetivos iniciales se pueden

considerar como las necesidades de los clientes, y constituirán la raíz del grafo AGORA.

2. Descomponer y refinar objetivos. Cada objetivo es refinado y conectado con sub-objetivos mediante arcos dirigidos.
3. Priorizar y solucionar de conflictos. Se pueden suceder distintos tipos de conflictos, como conflictos en objetivos o conflictos entre participantes sobre un objetivo.
4. Analizar el impacto en cambios. Se estudian las posibles mejoras, de acuerdo a métricas de calidad.
5. Mejorar la calidad de los requisitos basándose en el propio método. La mejora radica en la especificación de los requisitos.

Analytical Hierarchy Process. El Modelo Jerárquico Analítico (*Analytical Hierarchy Process -AHP*) fue diseñado por el Doctor Thomas L. Saaty, a fines de los '70, como una ayuda en el proceso de toma de decisiones [Saaty, 1980]. Es un método para priorizar requisitos de software que está basado en la importancia relativa de un requisito con respecto a los demás. Es un proceso basado en la construcción de matrices de comparaciones de requisitos de a pares, a las que se les aplica el operador vector propio para derivar los pesos de los criterios, y su correspondiente valor propio, para determinar la consistencia de dichas preferencias [Saaty, 2008].

Incluye la construcción de una jerarquía de elementos de toma de decisión (requisitos candidatos) y realiza comparaciones entre cada par posible de requisitos en una matriz. Luego, pesa a cada elemento dentro de un grupo (o nivel de jerarquía) y pesa el radio de consistencia (útil para verificar la consistencia de los datos). El proceso compara alternativas paso a paso midiendo su contribución al objetivo principal [Karlsson y Ryan, 1997]. AHP considera que el problema que se está investigando podría ser estructurado como una jerarquía de atributos con al menos tres niveles. En el primer nivel se describe el objetivo por completo; el segundo nivel describe los diferentes criterios para refinar el primer nivel; y el tercer nivel es utilizado para la selección de las posibles alternativas. En cada nivel de jerarquía, la persona que toma la decisión desarrolla comparaciones de atributos de a pares determinando el grado de contribución de cada uno de los nodos de los niveles más altos. Estas comparaciones involucran radios de preferencia (para acciones) o radios de importancia (para criterios).

Valor	Definición
1	0.
3	Moderada importancia del primer requisito
4	Fuerte importancia del primer requisito
5	Muy fuerte importancia del primer requisito
9	Extrema importancia del primer requisito
2,4,6,8	Valores intermedios de las definiciones previas
Recíprocos	Si i tiene valor 3 sobre j , entonces j tiene el valor $1/3$ sobre i .

Tabla 3.2: Comparación de requisitos de AHP

Los expertos deciden, para cada par, un número que representa la importancia de un término respecto de otro término del par del dominio.

Este método es en sí un método, pero también puede ser parte de otros métodos como [Wang y Elhag, 2006, Karlsson y Ryan, 1997].

Al comienzo los requisitos candidatos son revisados por los ingenieros de software para asegurar que no son ambiguos. Luego, los participantes aplican las comparaciones para determinar el valor relativo de los requisitos candidatos. Tercero, los ingenieros de requisitos utilizan las comparaciones de a pares para estimar el costo relativo de implementar cada requisito candidato. Utilizan también AHP para calcular el valor relativo a cada requisito. Finalmente, los participantes analizan y discuten los requisitos candidatos. Basados en esta discusión, los encargados de software priorizan los requisitos decidiendo cuáles se implementarán.

Los requisitos son comparados en parejas utilizando la Tabla 3.2.

El método debe seguir los siguientes pasos:

1. Comparar cada requisito en relación a los demás. Se realiza armando una matriz de comparación de orden $n \times n$ siendo n la cantidad de requisitos.
2. Armar la matriz de prioridad. En dicha matriz cada elemento de la misma k_{ij} se arma dividiendo el valor del elemento k_{ij} de la matriz de requisitos sobre la suma de los elementos de la columna j . Se agrega luego una columna con la suma de cada fila de la matriz.

3. Determinar los valores relativos de cada requisito. Se obtienen mediante cada uno de los elementos de la última columna de la matriz dividido por la cantidad de requisitos.
4. Obtener valor relativo producto de la matriz de requisitos. Se multiplica la matriz de requisitos por el vector resultado del paso anterior y luego cada elemento resultado es dividido por el valor relativo.
5. Evaluar el promedio de los elementos resultantes. Se obtiene un máximo como el promedio de los elementos del vector resultante y se calcula el índice de consistencia, así como el radio de consistencia.

Costo-Valor. El método de Costo-Valor (*Cost-Value*), diseñado por Karlsson y Ryan prioriza los requisitos de acuerdo a su valor y costo relativo [Karlsson y Ryan, 1997]. Está basado en una técnica analítica y provee visión clara y concisa del costo y valor relativo de todos los requisitos candidatos. En esta propuesta, *Valor* es interpretado con relación a la satisfacción del cliente con el sistema resultante y la contribución potencial de un requisito candidato. *Costo*, es el costo de implementar en forma exitosa el requisito candidato tanto en valor monetario como en tiempo. Este método parte de los requisitos candidatos y utiliza el método AHP para calcular cada valor y costo de implementación relativa, representando luego dichos valores en diagramas de costo valor. Las personas involucradas en el proceso utilizan los diagramas como mapas conceptuales para analizar y discutir los requisitos candidatos. Basados en estas discusiones, los ingenieros de software priorizan los requisitos principales. Una de las características fundamentales de este método es que considera la maximización de la calidad, la minimización del costo y el tiempo de realización de los requisitos. Considera *calidad* a la satisfacción del cliente con respecto al resultado del sistema y costo al costo de implementar exitosamente los requisitos.

Este método consiste en los siguientes pasos:

1. Obtener los requisitos a analizar. El líder del proyecto explica cada uno de los requisitos candidatos de tal manera de eliminar o reducir interpretaciones erróneas entre los participantes.
2. Obtener los valores relativos de los requisitos. Esto es realizado por tanto los usuarios como los clientes utilizando el métodos AHP.

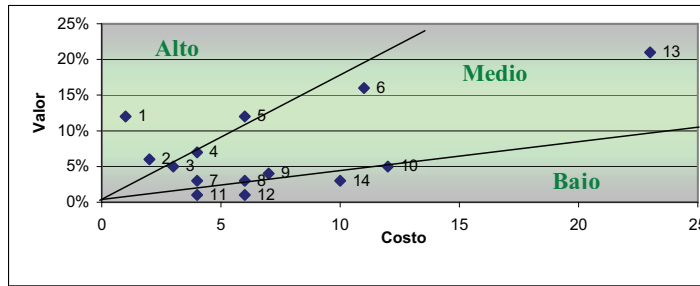


Figura 3.4: Diagrama de Costo-Valor

3. Calcular los costos relativos de implementación de los requisitos analizados. Esto es realizado por los ingenieros de software armando los diagramas con los costos y valores para cada requisito.
4. Analizar ambos valores en diagramas de costo-valor armados por los ingenieros de software. Esto es realizado por los ingenieros aunque puede ser una tarea conjunta con los participantes.
5. Utilizar los diagramas para priorizar los requisitos.

El diagrama de Costo-Valor (Figura 3.4), se divide en tres áreas: los requisitos con un radio alto (que exceden el valor 2), con un radio medio (entre 0.5 y 2) y con un radio bajo (menor a 0.5). En nuestro ejemplo los requisitos 1, 2, 5 caen en la categoría alta, los requisitos 3, 4, 6, 7 y 13 en la categoría media, y los requisitos 8, 9, 10, 11, 12 y 14 en la categoría baja. Si no implementáramos los requisitos de la categoría baja el valor del software bajaría en un 90 % mientras que el costo se reduciría en un 68 %.

Win-Win. El método de Doble Beneficio (*Win Win*) [Gruenbacher, 2000] es un proceso de negociación donde la gente no realiza todo lo que desea pero está razonablemente de acuerdo con todo lo que se implementa. Consiste en un conjunto de principios, prácticas y herramientas, las cuales habilitan a los participantes a trabajar en grupos, los cuales se sienten relativamente conformes en ciertos puntos comunes de conflicto [Boehm et al., 2001]. En esta metodología los participantes expresan sus objetivos como condiciones de beneficio y si todos concuerdan, estas condiciones se convierten en acuerdos. Lo que esta metodología permite observar claramente son los bajos costos de implementación con un alto valor del software. Cuando los participantes tienen diferencias, identifican los puntos en conflicto como ítems a resolver buscando y proponiendo opciones válidas para que pueda existir un acuerdo mutuo. Estas opciones

son iteradas y manejadas como acuerdos entre todos los participantes. Se dice que se llegó a un equilibrio cuando los acuerdos entre los participantes cubren todas las condiciones de beneficio y no hay más ítems que negociar. Esta estrategia define un conjunto de actividades para guiar a los participantes a través del proceso de obtención, elaboración, priorización y negociación. El método completo consiste en un proceso de negociación repetitivo: primero el equipo construye una lista de condiciones de beneficios, luego los va clasificando entre los participantes y los organiza en bloques o conjuntos predefinidos. Los participantes deben convertir sus acuerdos en requisitos mensurables.

La metodología de Doble Beneficio consiste en un conjunto de principios, prácticas y herramientas las cuales habilitan a un conjunto de participantes a trabajar en ítems de satisfacción común. Es una negociación entre participantes donde se establecen las condiciones mínimas requeridas que son necesarias en un proyecto de desarrollo. La filosofía de este enfoque es que en este proceso de negociación las personas no obtienen todo lo que desean pero se aseguran que todos estén razonablemente de acuerdo con los mínimos requisitos necesarios, convirtiendo a los requisitos, de esta manera, en condiciones definidas cuidadosamente.

En caso que los participantes no concuerdan en algunas de las condiciones, éstas se identifican como conflictivas, y luego se registran dichos conflictos como ítems a considerar. Es responsabilidad del analista y de los participantes encontrar alternativas para un beneficio mutuo, las cuales serán iteradas y transformadas en acuerdos. Se considera que los participantes están en una condición de “*Doble Beneficio Equilibrado*” cuando no existen nuevos ítems a considerar.

El método consiste en un proceso de negociación interactivo, cuyas actividades guían a los participantes a través del proceso de obtención, elaboración, priorización y negociación de requisitos. El trabajo en conjunto ayuda a estimular el pensamiento, a organizar condiciones de éxito y a verificar las negociaciones. Los participantes aprenden de esta manera a mantener expectativas más reales sobre el software a desarrollar.

El moderador deberá trabajar previo a las negociaciones entre los participantes organizando actividades tales como sesiones grupales y demás para compartir conocimiento. Además, deberán procesar posteriormente los acuerdos para hacer los requisitos más precisos y poder así ser reevaluados. El diagrama de la Figura 3.5 muestra las actividades de la metodología.

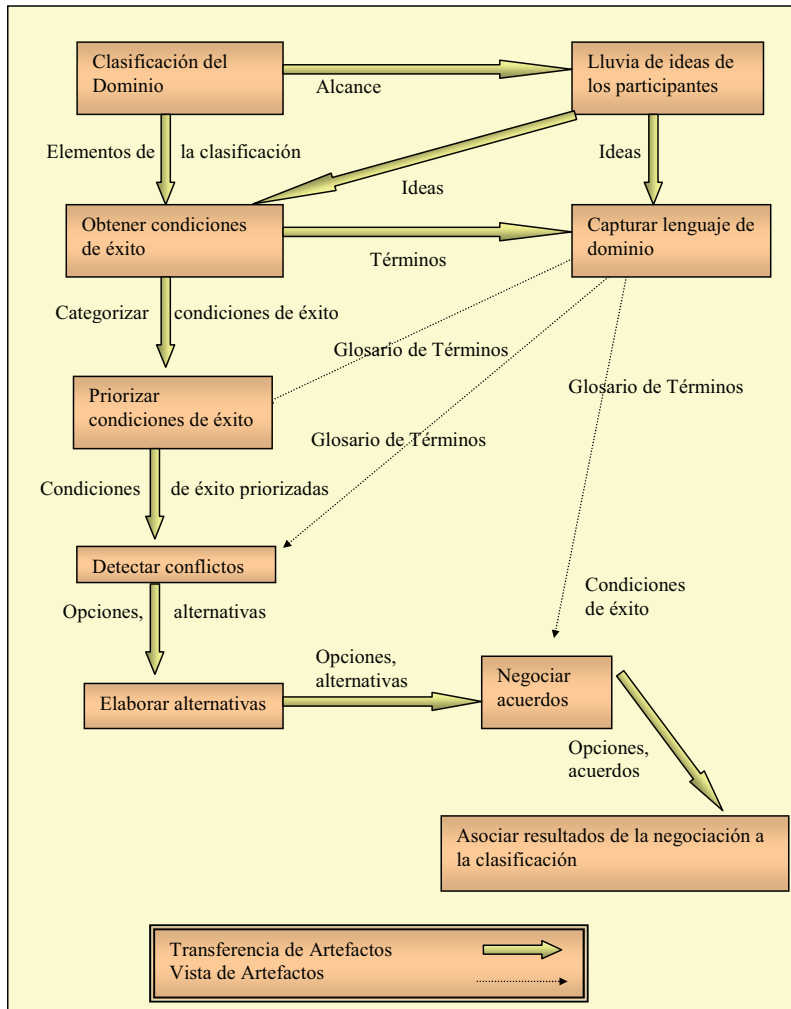


Figura 3.5: Diagrama de actividades del método Win-Win

Doble Beneficio Cuantitativo. Doble beneficio cuantitativo (*Quantitative Win-Win - QWinWin*) [Ruhe et al., 2002] utiliza un enfoque iterativo cuyo valor agregado es su habilidad para ofrecer un análisis cuantitativo como estructura central en las decisiones. Al igual que el método de doble beneficio, en cada una de las iteraciones se incrementa el conocimiento de los requisitos a evaluar. Se seleccionan los requisitos más apropiados en base a las preferencias de los participantes, el valor y el esfuerzo de implementación de los mismos.

Se utiliza el método AHP para determinar las preferencias de los participantes en términos cuantitativos. Luego se combinan estos resultados con métodos que estiman el costo de implementación de cada requisito; y por último se refleja el incremento del conocimiento adquirido en cada iteración sobre los requisitos. La cantidad de iteraciones no está determinada, depende de la cantidad y tipo de los cambios necesarios en los requisitos.

Como se muestra en la Figura 3.6 , en cada iteración del método se producen seis pasos consecutivos:

1. Primero se define un subconjunto de requisitos delimitados por una cota.
2. Se obtienen las preferencias, las cuales son computadas desde la perspectiva completa del negocio.
3. Se aplica el método *AHP* y resulta en vectores con peso normalizados.
4. Luego se realiza la misma tarea desde la perspectiva de cada participante individual.
5. Los dos pasos previos son organizados como una matriz M con el resultado del paso 3 como filas y el resultado del paso 2 como vector columna. A partir de ahí se extiende el conjunto de requisitos agregando nuevos requisitos en un escenario posterior.
6. Finalmente se verifica la factibilidad de los requisitos.

El principal riesgo de este método es la necesidad de un modelo suficientemente detallado para poder realizar la estimación del esfuerzo total, y la disponibilidad de tiempo y cooperación de los stakeholders para obtener sus preferencias. En la mayor parte de los proyectos, la gente que participa de la negociación no tiene el tiempo suficiente para realizar pruebas previas al comienzo de la misma.

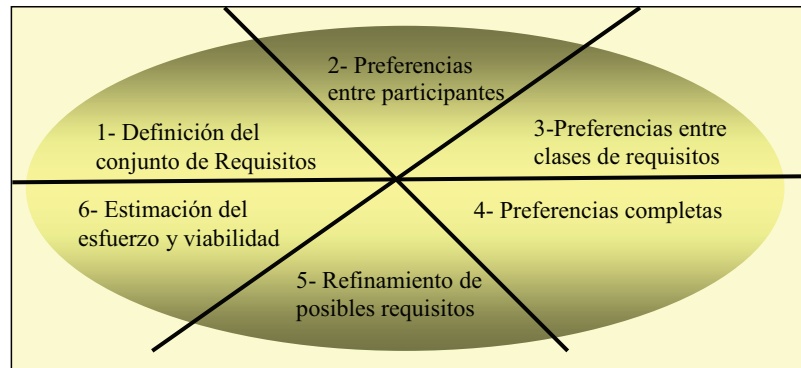


Figura 3.6: Diagrama del Método Quantitative Win-Win

Interdependencia de Requisitos. La técnica de Interdependencia de requisitos (*Interd.Req*) está compuesta por una técnica de análisis junto con una herramienta para determinar las preferencias de los participantes sobre un ítem individual y puede ser utilizada para detectar conflictos [Giesen y Völker, 2002]. Considera el proyecto de software como un producto con sus atributos, ya sea funcionales o no funcionales, que definen la clase del producto. La técnica estudia las dependencias y correlaciones entre los atributos de manera que variando los valores de estos atributos se pueden evaluar las diferentes maneras de implementar el proceso. Los atributos deben ser elegidos considerando las expectativas de los participantes, a fin de medir la utilidad de la realización de un proyecto dado como fue percibido por esos participantes.

Esta técnica obtiene funciones individuales de utilidad para cada participante. Aunque existen varias técnicas de análisis conjunto con diferentes enfoques de cómo llevar a cabo la comparación de productos, la técnica predominante en aplicaciones industriales es el Análisis Conjunto Adaptativo (*Adaptive Conjoint Analysis*). El ACA [Orzechowski et al., 2005] permite evaluar las clases del producto con una gran cantidad de atributos.

El método consiste en que primero los participantes realicen un ranking para los niveles de cada atributo individualmente indicando a su vez la importancia de cada atributo. Luego cada participante debe elegir entre pares de productos presentados, los cuales se van adaptando en base a los resultados obtenidos. Basado en las preferencias de los participantes, los ingenieros pueden agrupar a las personas que tienen similares características y determinar una función de utilidad para cada persona en el subconjunto de atributos que le son relevantes al participante. Para cada rol, todas las funciones individuales tienen que ser sumadas y promediadas en una función

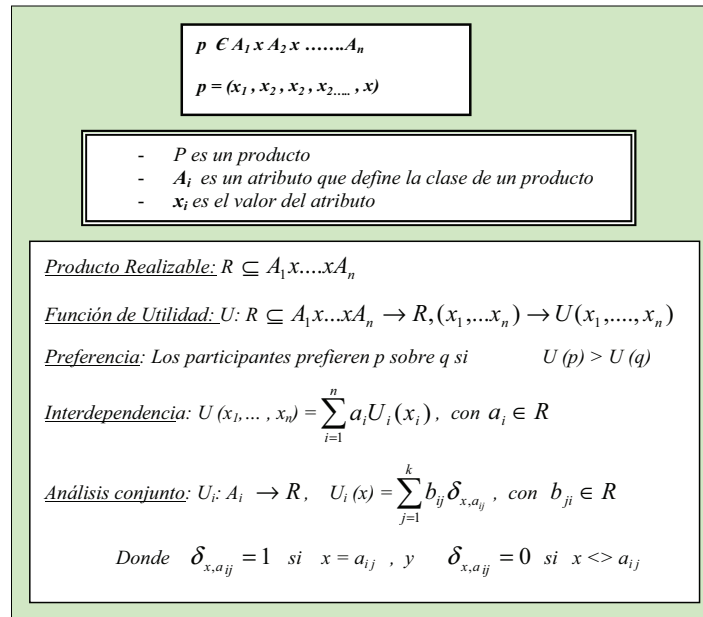


Figura 3.7: Interdependencia de requisitos

de utilidad simple. Primero se identifican los atributos más importantes para cada rol; y en un segundo paso, se estudia cómo asignar niveles de atributos que afectan la utilidad de los roles restantes. Aunque este método tiene la misma filosofía del AHP, no tiene una metodología explícita para resolverlo. La Figura 3.7 muestra la descripción de este enfoque en términos técnicos.

Para manejar preferencias individuales de los participantes se utiliza el concepto de segmento del consumidor adaptado para proyectos de software. En este caso la característica que se utiliza es el rol de los participantes en la compañía (ej. Gerente, técnico, usuario).

Función de Calidad. El método de Función de Calidad (*Quality Function Deployment -QFD*), se aplica generalmente a pequeños subsistemas [Liu et al., 2006]. El deseo del cliente es la calidad demandada, donde una característica de calidad es un atributo mensurable. Una función es algo que el sistema debe hacer para asegurar la calidad y es definida de la forma $\langle \text{verbo}, \text{sustantivo} \rangle$. Las características de calidad y las funciones del sistema se combinan para definir una variable de la forma $\langle \text{función}, \text{atributo} \rangle$, la cual es igualada a una constante para definir un requisito determinado. Las *variables requisito* pueden ser predefinidas para crear requisitos o pueden ser utilizadas como diseño. En *QFD*, se le da un valor a cada deseo del cliente. Las características de

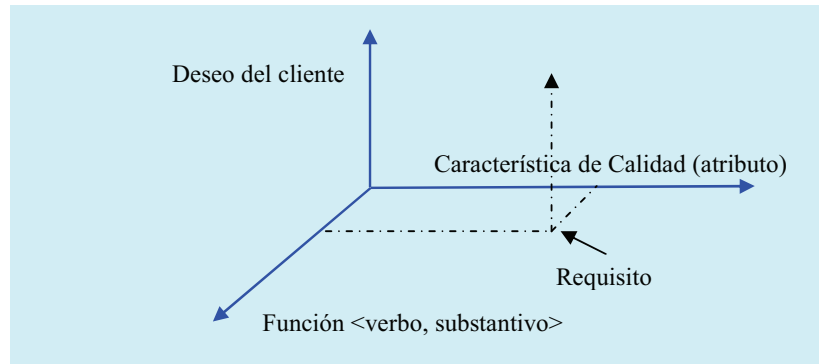


Figura 3.8: Método QFD

calidad son definidas a través de lluvia de ideas para generar un diagrama de afinidad.

Luego de formar un diagrama de árbol con las características de calidad seleccionadas, aquellas que se encuentran en un nivel más bajo son ubicadas en el eje de una matriz. Los deseos de los clientes son ubicados en el otro eje. Cada característica de calidad es comparada con cada deseo del cliente para determinar el nivel de correlación. El producto del valor deseo del cliente y su correlación para una característica de calidad específica define el valor para dicha característica de calidad. Esto es interpretado como el valor de una característica de calidad para una valuación de deseo de un cliente específico. Luego, el vector de valores de deseo del cliente es transformado en un vector de valores de características de calidad utilizando la matriz de correlación de deseo del cliente/característica de calidad. El mismo proceso es utilizado para identificar funciones, correlacionarlas con los deseos de los clientes y transformar los valores de deseo en valores de funciones utilizando la matriz de correlación de deseos del cliente. Las características de calidad y las funciones pueden ser ordenadas para priorizar tareas en términos de valores transformados del cliente.

Desde el punto de vista de ingeniería de software, se podría utilizar la función valor, el valor de calidad y el valor correlación para priorizar los requisitos; y los clientes podrían ser vistos como participantes. El valor final de un requisito se produce como el valor de ese requisito por el valor del participante y la correlación entre el participante y sus requisitos, construyéndose así la matriz demanda de los participantes.

Se facilita la definición de los requisitos del sistema seleccionando sólo los valores más importantes de las demandas de los participantes. Este método funciona mejor separando a los participantes en subgrupos, ya que la naturaleza geométrica del *QFD* es un medio natural en el cual se puede desarrollar la descomposición de grupos.

Análisis de preferencia de múltiples criterios para la negociación de requisitos. El modelo de Análisis de preferencia de múltiples criterios para la negociación de requisitos, (*Multi-Criteria Preference Analysis Requirements Negotiation -MPARN*) es un modelo sistemático que guía a los participantes desde diversas opciones hasta concordar utilizando técnicas de análisis de preferencias de múltiples criterios [In et al., 2001]. El proceso provee una forma sistemática de identificar las condiciones de beneficios para todos los participantes; y el análisis de múltiple criterio cuantifica el punto de vista de cada participante sobre cada opción de realización considerada importante. Trabaja en forma conjunta con el artefacto del análisis de doble beneficio.

El proceso completo incluye elicitación de condiciones ideales para cada participante, identificación de conflictos entre participantes, y búsqueda de opciones para resolverlos. También explora criterios donde el proceso de identificación de funciones de preferencia comienza con la importancia de los criterios, seguida por la identificación de opciones a considerar, organizando estas opciones por valores con los criterios identificados. Las opciones son determinadas en base a criterios determinados. Una vez que la lista de criterios ha sido desarrollada, cada participante determina las opciones de mejora para cada criterio. Los puntajes son determinados en cada opción para cada criterio. Luego, obtienen pesos relativos para criterios por cada participante. Para ello, se pueden utilizar muchos métodos de evaluación subjetiva [Chakhar y Mousseau, 2007, Greco et al., 2007] , el método *SMART* [Edwards y Barron, 1994], el método de comparación de a pares, o el método de progresión geométrica.

Los pasos previos proveen suficiente información para identificar una lista de preferencias valuada con respecto a las opciones para cada participante del grupo a través de una función de valor dada previamente la cual utiliza la suma de los productos de los pesos. Finalmente se realiza un post análisis para definir acuerdos.

Este modelo coopera con los artefactos del análisis de doble beneficio (Win-Win) y produce acuerdos en forma sistemática.

Esta metodología asume una función de preferencia de criterios (requisitos) en conflicto para las personas que realizan la toma de decisión. La forma más común de una función de preferencia es de la forma:

$$Valor = \sum_{i=1}^k w_i * s_{ij}$$

donde k es el número de requisitos y j representa la alternativa bajo consideración. La variable w_i representa la importancia relativa del requisito i y la variable s_{ij}

representa el logro relativo de la alternativa j .

El análisis de preferencia puede ser una herramienta útil en la identificación de las características a cada miembro del grupo. Es una herramienta que puede ayudar en la reconciliación de ítems entre los participantes.

Técnica de Visualización. La técnica de visualización (*Visualization Technique -VisT.*) utiliza herramientas visuales para identificar conflictos en los requisitos y resolver problemas explorando diferentes soluciones [In y Olson, 2001]. La técnica representa las percepciones, medidas, y consenso de los participantes; y soporta priorización colaborativa de requisitos entre un grupo de participantes utilizando ayudas visuales. Propone el análisis de grupos como una técnica para identificar subgrupos de participantes con diferentes opiniones. La evaluación de cada participante se registra como un par de importancia-dificultad.

Para determinar el nivel de aceptación de los acuerdos entre cualquier par de participantes se utiliza una medida llamada “factor de consenso”, la cual es una función de los votos de los dos participantes sobre todos los criterios de influencia asociados con un ítem. Se define un valor umbral para decidir si la situación es un acuerdo completo o parcial.

La ayudas visuales revelan, en un vistazo, las posiciones de todos los participantes como los conflictos en las mismas. Generalmente se utilizan tramas armadas por diferentes densidades de puntos para representar diferentes cantidades de participantes con una percepción similar o igual, de acuerdo a sus votos. La visualización muestra los rangos de votos que caracterizan los diferentes conjuntos y cómo los actuales participantes han votado con respecto a ellos. La identificación de los grupos clasificados ayuda a los participantes a entender la situación conflictiva. En una situación de múltiples ítems y múltiples participantes, la identificación de grupos con percepciones semejantes provee una forma de abstraer lo esencial de los detalles masivos. Provee soporte estructurado para elicitación formal del conocimiento de los participantes.

Para definir la palabra consenso, se utilizan términos específicos:

- *participante* - (S_1, S_2, \dots, S_i) es cualquier individuo o entidad que participa en el proceso de toma de decisiones.
- *ítems de decisión* - (D_1, D_2, \dots, D_j) son los requisitos a ser acordados entre los participantes.

- *criterios-* (C_1, C_2, \dots, C_k) representan los criterios de decisión para evaluar los ítems de decisión.
- *voto-* (V_{ijk}) representa el voto del participante S_i en el criterio C_k para el ítem de decisión D_j . Generalmente el voto V_{ijk} puede ser normalizado en un rango entre 0 y 1 o entre 0 y 10.

Para determinar el nivel de consenso entre dos participantes cualquiera, se propone una medida en función de los votos de los 2 participantes. Esta medida es llamada “factor de consenso” entre los participantes m y n y se define como:

$$C_{fk}(m, n) = \sqrt{\sum_{i=1}^k (V_{mi} - V_{ni})^2} / k$$

- $C_{fk}(m, n) > C_{fy}(m, n)$ significa que los participantes m y n tienen más consenso en el ítem de decisión D_y que D_x .
- $C_{fk}(m, n) > C_{fk}(m, l)$ significa que los participantes m y n tienen más consenso en el ítem de decisión D_x que los participantes m y l .

Se define una cota para la medición del consenso para identificar si una situación tiene un acuerdo total o parcial.

Se podrían definir tres o más grupos basado en el nivel de consenso:

$$\beta < CF_j \leq \chi$$

$$\alpha < CF_j \leq \beta$$

$$CF_j < \alpha$$

Se debe estudiar la forma de determinar los valores umbrales para α, β y χ . Tales umbrales deben depender del dominio y de la organización.

El DCPT visualiza los votos resultados de cada participante para cada ítem de decisión en un gráfico 2D con los criterios de *Importancia y Dificultad*. Para representar mayor cantidad de participantes con la misma percepción se utiliza la densidad de puntos de los rectángulos de la Figura 3.9 (a mayor densidad, mayor cantidad de participantes con la misma percepción).

Una manera para identificar los puntos en conflicto es clasificar varios grupos de participantes, cuya percepción sea similar, usando un algoritmo de grupo. Los grupos deben ser clasificados sobre un único criterio y pueden extenderse sobre múltiples criterios. Diferentes grupos pueden estar compuestos por diferentes cantidades de

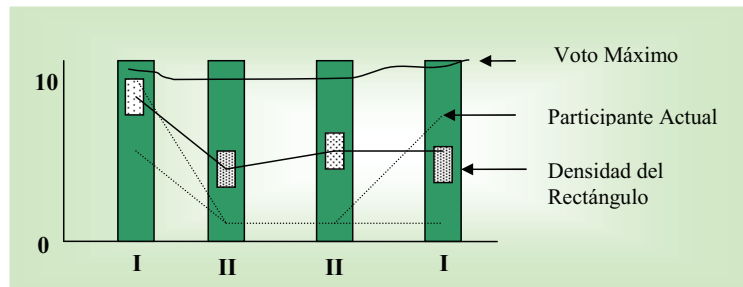


Figura 3.9: Técnica de Visualización

participantes (un color más oscuro significará mayor cantidad de participantes que uno más claro).

La identificación de la clasificación de grupos ayuda a los participantes a entender la situación conflictiva. En un sistema de múltiples ítems y de múltiples participantes la identificación del conjunto provee una manera de abstraer conocimiento desde voto masivos, lo que facilita el entendimiento del participante de tales ítems en un escenario complejo en negociaciones. Se propone que los participantes discutan la razón de sus votos por grupos, eligiendo un grupo representativo, y dejando que el grupo resuelva los conflictos.

En casos de pequeños proyectos, se supone que la faz de negociación de requisitos se haga en presencia de todos los participantes, aunque en casos de grandes proyectos con requisitos complejos se requiere soporte tanto para la elicitación como para la negociación. El soporte ayuda en los puntos de conflicto. Tal enfoque tiene la ventaja de poner la máxima prioridad sobre los puntos más cruciales, guiando una evolución transparente de decisiones de requisitos de calidad. Así, luego de una sesión de negociación inicial, el número de situaciones a decidir se hace más manejable.

Marco de preferencias, objetivos y habilidades. El marco de preferencias, objetivos y habilidades, (*Goals-Skills-Preference -GSP*), presentado en [Hui et al., 2003], es utilizado para generar diseño de software adaptable. El proceso consiste en los siguientes componentes: primero se utiliza cualquier técnica de elicitación para identificar objetivos; luego la segunda componente identifica el conjunto de habilidades requeridas, combinando las habilidades requeridas con las soportadas; y finalmente la tercer componente considera las preferencias de los usuarios. El resultado de este proceso de elicitación es un conjunto de preferencias.

La primera componente es la identificación de objetivos utilizando cualquier técnica

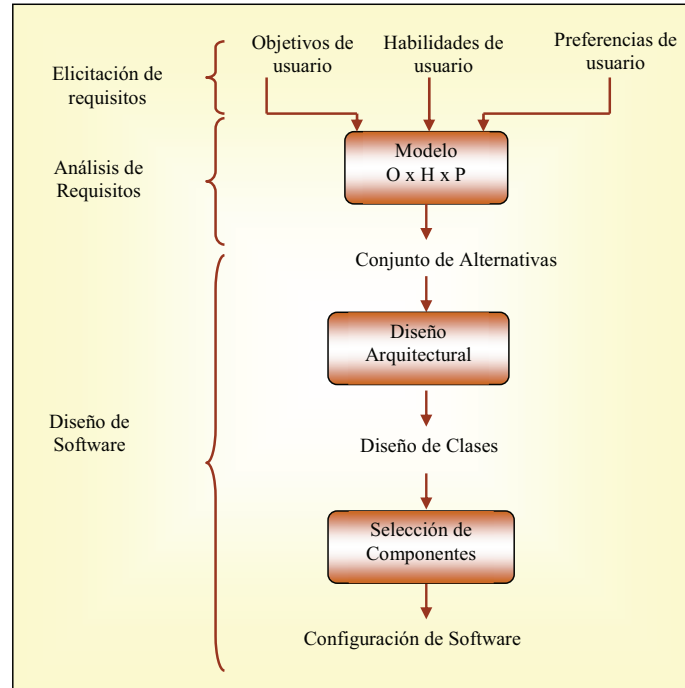


Figura 3.10: Marco de Preferencias GSP

de elicitación, como cuestionarios o grupos de trabajo. Luego se analiza la salida del proceso de elicitación para generar un conjunto de objetivos iniciales, los cuales serán refinados usando el análisis de objetivos. Cada objetivo es un nodo en un gráfico de objetivos, y es descompuesto en sub-nodos en relación AND y OR. La descomposición continúa hasta llegar a los subobjetivos que pueden ser satisfechos por una persona o por una función del sistema. Estos nodos hoja son referenciados como tareas que realizará la persona o el sistema a definir.

La segunda componente identifica el conjunto de habilidades requeridas. Se identifican el conjunto de habilidades requeridas para cada función y se utiliza un orden de prioridades para las alternativas. Las habilidades son agrupadas jerárquicamente. Ejemplo de habilidades podrían ser: capacidad de transferir conocimiento aprendido de un dominio a otro, de controlar sus propias emociones y expresiones, etc. Se combina el conjunto de habilidades requeridas (las necesarias para realizar una determinada tarea) y las habilidades soportadas (por una función) para armar una lista de prioridades para los perfiles de usuarios. Luego se arma una tabla en la cual se define para cada función las habilidades requeridas. Esto puede verse como ejemplo en la Tabla 3.3.

Para una alternativa dada, cada habilidad se marca como soportada (valor 1),

Función	Habilidades
F1	Atención, Composición
F2	Creatividad...
...	...

Tabla 3.3: Ejemplo de Tabla de Habilidades

neutral (valor 0) o requerida (valor -1). En realidad el marco de trabajo soporta niveles que varían entre [5, -5], aunque en nuestro ejemplo está presentado entre [1, -1],

El vector que representa la alternativa $A: [-1, 0, 1, 0, -1, 0, -1, -1, -1, 0, 0, 0, 0, 0, -1]$ significa que la atención es requerida, pero la composición no tiene valor en la función y la creatividad sí es soportada, etc. Sumando todos los valores de la alternativa A nos da el valor -5. Este valor se compara con los valores suma de las demás alternativas. El perfil de cada usuario se determina considerando sus características de acuerdo a cada una de las habilidades, evaluando como fuerte (valor 1), neutral (0) y débil (-1).

Durante el proceso de elicitación, se deben identificar no sólo los objetivos importantes, sino en qué escenarios son importantes y cómo se pueden lograr estos objetivos. El resultado de este proceso de elicitación es un conjunto de preferencias que pueden ser capturadas como *softgoals* - objetivos que sirven para identificar posibles contribuciones positivas o negativas para un cierto objetivo hoja-. Se utiliza + y para determinar si la contribución es positiva o negativa respectivamente.

Esta propuesta no posee una metodología para combinar las tres componentes y no posee ninguna herramienta de evaluación para distinguir las diferentes perspectivas de los participantes. Tampoco analiza el proyecto de software con el objetivo de encontrar los verdaderos requisitos. La figura 3.10 define el marco de preferencias presentado.

Psicoterapia para Requisitos de Software. El enfoque de Psicoterapia para Requisitos de Software (*Psychotherapy for System Requirements - PsySR*) consiste en una serie de items que pueden ser utilizados para asistir al analista mejorando la calidad de los requisitos de software [Rupp, 2002, Goetz y Rupp, 2003]. Es una metodología que parte desde la psicoterapia al campo de ingeniería de requisitos y puede ser practicada tanto para requisitos orales como escritos. Se implementa utilizando lenguaje natural en notación informal y no es considerada una técnica de adquisición, dado que no es soportada por ningún lenguaje específico ni es automatizada por ninguna

herramienta.

Es un método del área de programación neurolingüística (NLP) que pertenece al campo de la sicoterapia - método conversacional que trata de determinar lo que una persona quiere significar cuando está hablando-. El objetivo de este análisis es reemplazar expresiones subjetivas por expresiones más claras y objetivas en el análisis de requisitos. Para esto se utiliza un modelo de lenguaje como el RE-Metamodel (*Requirements Engineering Metamodel*) el cual utiliza una reglas simples para determinar los requisitos formulados en lenguaje natural. Este enfoque está compuesto por un conjunto de reglas para asistir al analista y así asegurar calidad a los requisitos presentados en prosa [Kamsties et al., 2001].

Esta técnica clarifica las negociaciones entre el cliente y los desarrolladores, de manera de ayudar en la obtención de los requisitos (funcionales, no funcionales y técnicos) para poder establecer una prioridad entre ellos (aunque éste último no sea su objetivo). Sólo es una herramienta para ayudar al analista.

3.4. Uno de los desafíos en la priorización de requisitos

Al priorizar requisitos, interpretamos una realidad que es modelada durante el proceso de elicitación, entrando así en el ámbito de los aspectos comunicacionales de la ingeniería de requisitos. En este ámbito, la realidad percibida sugiere que los aspectos físicos no son suficientes para describir un estímulo, sino que debemos examinar el comportamiento de las personas relacionado al entorno y sus percepciones. Para explicar cómo se convierte el mundo real en una representación mental, se debe analizar cómo el entorno restringe el comportamiento. Entonces, podemos categorizar las diferentes percepciones en base al comportamiento de las personas:

- Percepción de objetos visuales (percepción como copia): en este caso, la visualización traduce formas y colores a una representación mental. Sin embargo, los objetos visuales no pueden aislarse sin considerar otros estímulos producidos al mismo tiempo, como sonidos, sabores, etc. El problema principal es que la percepción como copia no tiene relevancia para explicar las restricciones producidas por el ambiente. Una percepción puede tener sólo una apropiada interpretación cuando todos los estímulos son tenidos en cuenta.
- Percepción de objetos ausentes: cuando una persona recuerda algo que ha

percibido previamente, no se encuentra influenciada por el estímulo real. Este proceso significa que la persona "percibe otra vez" el objeto ausente. Pero recordamos el objeto de manera diferente dependiendo de los estímulos que han estado presente en el momento de percibirlo por vez primera, y de nuestra capacidad para reconocer esos estímulos. Entonces, el comportamiento asociado para percibir un objeto ausente depende de la actividad que fue usada para recordar ese objeto.

- Percepción de objetos conceptuales: una abstracción definida por más de una propiedad puede ser considerada como un concepto. Estos se refieren a objetos reales así como a ideas; sin embargo, la conceptualización sugiere que una actividad mental ha producido el concepto.

La percepción se relaciona estrechamente con la comunicación y con la forma en que las personas expresan sus pensamientos. Es decir, depende de su capacidad de interpretar, abstraer y modelar la realidad de acuerdo a los estímulos que normalmente percibe. Asignar prioridades se transforma entonces en una actividad con un alto margen de incertidumbre, ya que no podemos estar seguros de entender realmente el objeto priorizado - por ejemplo, su percepción podría haberse distorsionado si un individuo es más propenso a identificar un tipo de estímulo que otro-.

A continuación se explican algunos métodos y técnicas usados para reducir la brecha en la percepción entre conceptos del mundo real y la interpretación que se realiza durante la elicitación de requisitos.

3.4.1. Modelos cognitivos

Existen tres conceptos relacionados con la Ingeniería cognitiva: *Psicología cognitiva*, *técnicas cognitivas e informática cognitiva*. El primer concepto, psicología cognitiva, provee el entendimiento de las dificultades que poseen las personas para hacerse entender, ya sea en la descripción oral o escrita de sus necesidades. Las técnicas cognitivas incluyen una serie de técnicas desarrolladas originalmente para sistemas basados en conocimiento; por ejemplo el análisis de protocolos, la utilización de escalas, la utilización de ordenamiento de cartas (preguntar a los participantes en grupos), y la construcción de matrices de atributos para las entidades preguntando a los participantes los valores asignados a cada entidad. El último concepto, la informática cognitiva, es un área interdisciplinaria que obtiene partes comunes de la informática moderna, de la computación, de la ingeniería de software, inteligencia artificial, psicología neuronal

y ciencia cognitiva, compartiendo un problema común: cómo la inteligencia procesa la información.

En el desarrollo de software, la mayoría de los proyectos fallan debido a problemas de comunicación entre las personas, además de problemas con las especificaciones técnicas [Ceschi et al., 2005]. Esto trae aparejada la relación de la psicología cognitiva con las actividades fundamentales de la adquisición del conocimiento y de la comunicación interpersonal, de manera que la informática cognitiva relaciona las ciencias cognitivas y la informática desde dos puntos de vista [Wang, 2002]:

1. Utilizando técnicas de computación para investigar problemas cognitivos como memoria, aprendizaje, pensamiento.
2. Utilizando teorías cognitivas para investigar problemas de ingeniería de Software.

Este trabajo de Tesis se relaciona con el segundo punto de vista al utilizar conceptos de la psicología cognitiva (concerniente a la manera en que la gente obtiene información y cómo estos mecanismos de información afectan el comportamiento humano), para mejorar el proceso de elicitación de requerimientos. La psicología cognitiva facilita el entendimiento de las dificultades que las personas tienen en describir sus necesidades; por ejemplo podríamos mencionar que un experto en un dominio tiene una gran cantidad de conocimiento tácito que muchas veces sólo puede ser adquirido por experiencia en circunstancias específicas y, por lo tanto es muy difícil de ser transferido al analista.

Los estilos cognitivos son parte de la psicología cognitiva y están basados en la teoría de Jung que clasifica las preferencias de las personas sobre la base de percepciones, juicios y procesamiento de la información [Jung, 1971]. Esta clasificación ha sido tradicionalmente utilizada para analizar y entender las diferencias en el comportamiento humano. Como los estilos cognitivos, los modelos de estilos de aprendizaje (LSM) clasifican a las personas de acuerdo a un conjunto de características asociadas a la manera en que reciben y procesan la información y esta clasificación puede a su vez ser utilizada para mejorar la manera en que las personas “aprenden” una tarea o labor.

Los estilos de aprendizaje son los rasgos cognitivos, afectivos y fisiológicos que sirven como indicadores relativamente estables, de cómo los alumnos perciben interacciones y responden a sus ambientes de aprendizaje. Los rasgos cognitivos tienen que ver con la forma en que los estudiantes estructuran los contenidos, forman y utilizan conceptos, interpretan la información, resuelven los problemas, seleccionan medios de

representación (visual, auditivo, kinestésico), etc. Los rasgos afectivos se vinculan con las motivaciones y expectativas que influyen en el aprendizaje, mientras que los rasgos fisiológicos están relacionados con el biotipo y el biorritmo del estudiante.

El término ‘estilo de aprendizaje’ se refiere al hecho de que cada persona utiliza su propio método o estrategia a la hora de aprender. Aunque las estrategias varían según lo que se quiera aprender, cada uno tiende a desarrollar ciertas preferencias o tendencias globales que definen un estilo de aprendizaje. Cada persona aprende de manera distinta a las demás: utiliza diferentes estrategias, aprende con diferentes velocidades e incluso con mayor o menor eficacia incluso aunque tengan las mismas motivaciones, el mismo nivel de instrucción, la misma edad o estén estudiando el mismo tema.

Modelos de estilos de Aprendizaje. Las preferencias por las distintas estrategias de elicitación dependen en buena medida de la forma de ser y de pensar del participante. El objetivo de la investigación de los estilos de aprendizaje es encontrar grupos de personas que utilizan patrones similares de percepción y de interpretación de situaciones.

Para entender los diferentes modelos de estilos, es conveniente recordar que las personas se relacionan de acuerdo a construcciones, las cuales responden a diversos factores como la edad, experiencia, psicodinámica interna, madurez, cognición, etc. Cada individuo tiene un abordaje predominante que utiliza para percibir, entender, y planear sus interacciones. Dado que el mundo presenta continuamente cantidades enormes de información, el sujeto debe utilizar su estilo de selección, el cual constituye su propio punto de vista [Felder y Silverman, 2002] . Por ejemplo ciertas personas comprenden muy bien los conceptos abstractos, en comparación con aquellos que entienden más fácilmente utilizando ejemplos concretos. Por otra parte existen personas que se sienten bien cuando hay una respuesta única a un problema, mientras que para otros las posibilidades de que haya muchas soluciones es mucho más motivante.

Las personas responden mejor cuando pueden aproximarse al conocimiento en formas en las que se sienten seguros. De hecho se puede decir que no existe adquisición del conocimiento en tanto no se manipule mediante las formas más confiables para cada persona. Las personas consideradas auditivas estarán más satisfechos escuchando discusiones y relatos mientras que aquellos reflexivos preferirán el estudio individual más que el trabajo en grupo. Las personas que no pueden utilizar sus estilos de aprendizaje, pueden caer erróneamente en la concepción de carencia de habilidades. Para el sujeto extrovertido el trabajo en grupo le será más satisfactorio que el solitario.

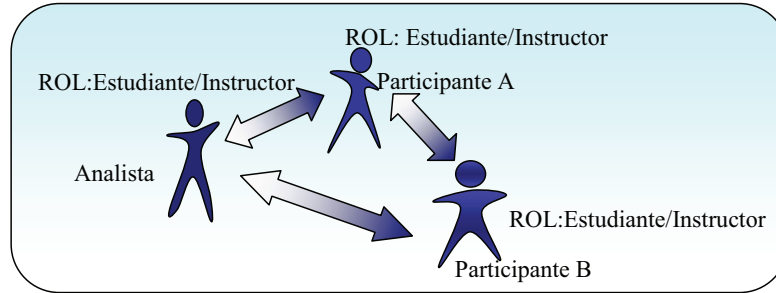


Figura 3.11: Analogía entre participantes y roles

Los programas de computación pueden presentar prototipos que los intuitivos aprecian bastante; también pueden exponer problemas complejos a través de diversos escenarios que significarán retos estimulantes para que los sujetos reflexivos.

Analogía entre participantes y roles en los modelos. Los modelos de los estilos de aprendizaje (*Learning Styles Models*) clasifican las personas de acuerdo a un conjunto de características de comportamiento. Esta clasificación se puede aprovechar para mejorar la manera en que las personas aprenden una tarea determinada. Existen diferentes clasificaciones de las estrategias cognitivas que una persona puede emplear en el proceso de elicitación, concernientes a la categorización de los estilos de aprendizaje y en todas ellas se sobreponen las características de unos sobre otros. De esta forma más que considerarse como estilos totalmente definidos, deben considerarse como preferencias o predomios. Adaptando este tipo de modelos a grupos de trabajo en un proceso de elicitación de acuerdo a [Martín et al., 2003], se presenta una analogía entre “participantes” y roles en LSMs, dado que durante el proceso de elicitación todos “aprenden” de los otros (Figura 3.11). Esto es que un participante puede jugar el rol de instructor o estudiante alternativamente dependiendo de lo que se esté realizando en el momento en que se está llevando a cabo una tarea.

Diversos autores han presentado instrumentos de diagnóstico que cuentan con la validez y fiabilidad probada a lo largo de los años en distintas investigaciones en los campos educativos, empresariales, psicológicos y pedagógicos. Los instrumentos pueden ser cuestionarios u otro medio interactivo por el cual se puede determinar la categoría en la cual se encuadra un individuo, según su estilo de aprendizaje. A continuación se describen brevemente algunos modelos de estilos de aprendizaje.

Modelo de Myers-Briggs. El modelo de Myers Briggs tiene el potencial para proporcionar reglas para las interfases adaptativas acomodables hasta 16 tipos de preferencias.

Los *extrovertidos* se relacionan con el mundo exterior y las cosas. Los sujetos de este grupo se sienten bien en compañía de otras personas y parecen tomar energía de ellas. Su mejor trabajo se realiza en acción con otros; son eminentemente interactuantes y piensan “sobre la marcha”. Para este grupo es imprescindible dialogar con una o más personas e intercambiar conocimientos sin límite. La gente trabaja mejor explicando a los demás y no se dan cuenta de un concepto hasta que tratan de explicárselo a sí mismos o a los demás. Es frecuente que mencionen que piensan que ya saben algo hasta que tratan de explicarlo a otros, momento en el que se dan cuenta que no dominan el conocimiento.

Por el otro lado, los *introvertidos* se sienten mejor trabajando en forma aislada y tienen preferencias por las lecturas. Para el introvertido no hay aprendizaje sin reflexión. En particular los tipos introvertidos tienden a sentirse cómodos en trabajos de tipo individual y con un ritmo auto impuesto. El ambiente virtual expone diferentes conceptos de presentación de contenidos, y aún cuando son de tipo interactivo condicionan algunos problemas para su manejo. En estas situaciones hay individuos que “intuitivamente” logran utilizar más adecuadamente el medio. Esta última manera de pensar es parte integral de la personalidad de algunos sujetos.

En el contexto de estos modelos se pueden identificar a individuos que prefieren confiar en sus cinco sentidos, y otros que tienden a tomar la información a través de un “sexto sentido”. Los *sensitivos/sensoriales* se orientan al detalle, solicitan hechos y confían en ellos. Prefieren la información estructurada, organizada y lineal. Son prácticos, se abocan a hechos y procedimientos, son los tipos “reflexivos o críticos”. Estos prefieren metas bien establecidas y con estructura. La reflexión sobre un asunto en particular les permite extraer el conocimiento necesario para transferirlo a otras situaciones diferentes. Precisamente por su actitud, la mayor parte de los conocimientos resultan significativos y por lo tanto son tratados de manera tal que no se olvidan fácilmente. Los *intuitivos* por otro lado, buscan patrones y relaciones entre los hechos que han obtenido. Confían en las “corazonadas” y en su forma de pensar, y tratan de visualizar el panorama completo. Tienen la facultad de concretar pensamientos, encontrando estructura y relaciones en donde los demás sólo ven desorganización. Los *intuitivos* prefieren el abordaje tradicional de Teoría-Aplicación-Teoría o Aplicación-Teoría-Aplicación, en el que utilizan el

aprendizaje por descubrimiento. En el proceso, el intuitivo le puede ayudar al sensitivo a descubrir la teoría y este puede ayudarlo al primero a identificar los hechos prácticos. Los intuitivos deben ver el cuadro completo o visualizar una estructura completa para comprender un conocimiento ya que le muestra cómo se dan las interrelaciones en la misma. Pueden desarrollar mapas conceptuales razonablemente completos o comparar y contrastar tablas.

Como instrumento del modelo, se utiliza el indicador (MBTI) de Myers Briggs [Capretz, 2002], que clasifica a las personas de acuerdo a sus preferencias en escalas derivadas de los perfiles de Jung. Este instrumento mide la fuerza de preferencias que reflejan las formas en las que los individuos perciben la información y hacen sus decisiones acerca de la misma. El instrumento es un cuestionario que comprende 50 preguntas cerradas, y produce 16 tipos diferentes que están basados en 4 pares de preferencias. Debe insistirse en que todas las personas exhibirán una mezcla de estas orientaciones, pero algunas preferencias serán dominantes, produciendo así un perfil cognitivo personal de los individuos expuestos.

Modelo de Kolb. El modelo de Kolb clasifica a las personas con preferencia por:

1. la manera que obtiene la información (en experiencias concretas o en forma conceptual), *concreto/abstracto* ;
2. la manera en que internalizan la información (con experiencias activas u observación reflexiva) *activo/reflexivo*.

Supone que para aprender algo debemos trabajar o procesar la información que recibimos, ya sea a partir de una experiencia directa o de una experiencia abstracta. Las experiencias que tengamos, concretas o abstractas, se transforman en conocimiento cuando las elaboramos en alguna de estas dos formas:

- Reflexionando y pensando sobre ellas: persona reflexiva.
- Experimentando de forma activa con la información recibida: persona pragmática.

Esta clasificación origina cuatro tipos de aprendizaje:

- Tipo 1 (concreto, pensativo) *Reflexivo*. Responde a la pregunta *¿Por qué?* Estas personas prefieren expresarse en la manera en que la información se relaciona con su experiencia o sus intereses. Tienden a adoptar la postura de un observador que analiza sus experiencias desde muchas perspectivas distintas. Recogen datos

y los analizan detalladamente antes de llegar a una conclusión. Para ellos lo más importante es esa recogida de datos y su análisis concienzudo, así que procuran posponer las conclusiones todo lo que pueden. Son precavidos y analizan todas las implicaciones de cualquier acción antes de ponerse en movimiento.

- Tipo 2 (abstracto, pensativo) *Teórico*. Responde a la pregunta *¿Qué?* Prefieren información presentada en una manera organizada, lógica, dejándoles tiempo para la reflexión. Adaptan e integran las observaciones que realizan en teorías complejas y bien fundamentadas lógicamente. Piensan de forma secuencial y paso a paso, integrando hechos dispares en teorías coherentes. Les gusta analizar y sintetizar la información y su sistema de valores premia la lógica y la racionalidad. Se sienten incómodos con los juicios subjetivos, las técnicas de pensamiento lateral y las actividades faltas de lógica clara.
- Tipo 3 (abstracto, activo) *Activo*. Responde a la pregunta *¿Cómo?* Prefieren tener oportunidades para trabajar activamente en tareas bien definidas aprendiendo en un ambiente de prueba-error. Se involucran totalmente y sin prejuicios en las experiencias nuevas. Suelen ser entusiastas ante lo nuevo y tienden a actuar primero y pensar después en las consecuencias. Les es más cómodo ocuparse de planes a corto plazo y son aptos para trabajar rodeados de gente
- Tipo 4 (concreto, activo) *Pragmático*. Responde a la pregunta *¿Que tal si?* Prefieren aplicar información en nuevas situaciones para resolver problemas. Les gusta descubrir cosas por sí mismos. Les gusta probar ideas, teorías y técnicas nuevas, y comprobar si funcionan en la práctica. Les gusta buscar ideas y ponerlas en práctica inmediatamente; les aburren e impacientan las largas discusiones discutiendo la misma idea de forma interminable. Son básicamente personas prácticas, apegadas a la realidad, a las que les gusta tomar decisiones y resolver problemas.

La Figura 3.12 muestra el modelo de Kolb formado por las cuatro fases ubicadas en forma circular.

Por último, por cada uno de estos tipos de aprendizaje se define un estilo de aprendizaje:

- Tipo 1: *Divergente* (Experiencia Concreta - Observación Reflexiva)
- Tipo 2: *Asimilador* (Conceptualización Abstracta - Observación Reflexiva)

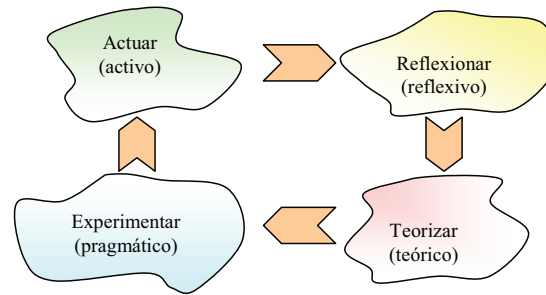


Figura 3.12: Modelo de Kolb

- Tipo 3: *Convergente* (Conceptualización Abstracta - Experimentación Activa)
- Tipo 4: *Acomodador* (Experiencia Concreta - Experimentación Activa)

Según el modelo de Kolb un aprendizaje óptimo es el resultado de trabajar la información en las cuatro fases.

El instrumento de este modelo, llamado *Learning Style Inventory* (LSI) fue desarrollado en 1976 y revisado varias veces. La versión actual del LSI [Kolb y Kolb, 2005], utiliza un método para determinar los modos preferidos de aprendizaje. Los individuos deben responder 12 preguntas sobre su tipo de aprendizaje. A cada una se asocian cuatro valores de acuerdo con la manera en que las personas aprenden. Los resultados del LSI indican las preferencias individuales para los cuatro tipos.

Cuadrantes Cerebrales de Herrmann. Este modelo se inspira en los conocimientos del funcionamiento cerebral. Hace una analogía de nuestro cerebro con el globo terrestre y sus cuatro puntos cardinales. Ned Herrmann llegó a definir un modelo cerebral de cuatro cuadrantes para explicar el proceso de pensamiento y creación, como fusión de los modelos izquierdo - derecho de Sperry y del modelo Triune Brain de Mac Lean. A partir de esta idea, representa el cerebro como una esfera dividida en cuatro cuadrantes, que resultan del entrecruzamiento de los hemisferio izquierdo y derecho del modelo Sperry, y de los cerebros cortical y límbico del modelo McLean [Herrmann, 2000].

Paul McLean descubre tres estructuras o sistemas cerebrales: reptil o básico, límbico y neocortex; cada uno es distinto en su estructura física y química, procesan la información que reciben según su propia modalidad.

- Sistema Reptil: se caracteriza por ser asiento de la inteligencia básica, es la llamada inteligencia de las rutinas, rituales, parámetros. Sus conductas, en la mayoría, son inconscientes y automáticas. Recibe mensaje del límbico y del neocortex. Se hace cargo de su conducta cuando se ve amenazado por la sanción, generando un comportamiento reactivo. Las personas actúan desde esta estructura en atención a sus necesidades vitales.
- Sistema Límbico: Constituye el asiento de la emociones, de la inteligencia afectiva y motivacional. Trabaja en sintonía con el reptil. Toda información sensorial es filtrada por este sistema antes de pasar al neocortex. Promueve la productividad, la satisfacción en el trabajo y en el aprendizaje.
- Neocortex: Es el cerebro humano más evolucionado. Sperry, Gazzaniga y Bogen, consideraron su división en dos hemisferios (izquierdo y derecho) con funciones específicas.
 - Hemisferio izquierdo: Asiento de la inteligencia racional, es secuencial, lineal, paso a paso. Posibilidad de razonar y relacionar los pensamientos en forma secuencial y lógica.
 - Hemisferio derecho: Inteligencia asociativa, creativa e intuitiva. Holístico, libre de expresar los sentimientos, se relaciona con el mundo de las sensaciones y emociones más que con los códigos verbalmente lógicos.

Así, Herrmann plantea la arquitectura del cerebro planteando la división del mismo en dos cuadrantes corticales superiores y dos límbicos inferiores. Cada cuadrante está asociado con un estilo particular de pensar, crear y aprender por lo tanto, cada proceso de pensamiento individual puede estar descrito en función de dónde se hallan nuestras preferencias en estos cuatro modos. Los cuatro cuadrantes representan cuatro formas distintas de operar, de pensar, de crear, de aprender y, en suma, de convivir con el mundo. Las características de estos cuatro cuadrantes son:

- Cuadrante A (*cortical izquierdo*): lógico, analítico, cuantitativo, real, exigente, crítico. Tienen necesidad de hechos. Priorizan el contenido.
- Cuadrante B (*límbico izquierdo*): secuencial, organizado, planificado, detallado, estructural. Se atienen a la forma y organización
- Cuadrante C (*cortical derecho*): emocional, interpersonal, sensorial, kinestésico, simbólico. Funcionan por sentimientos e instintos.

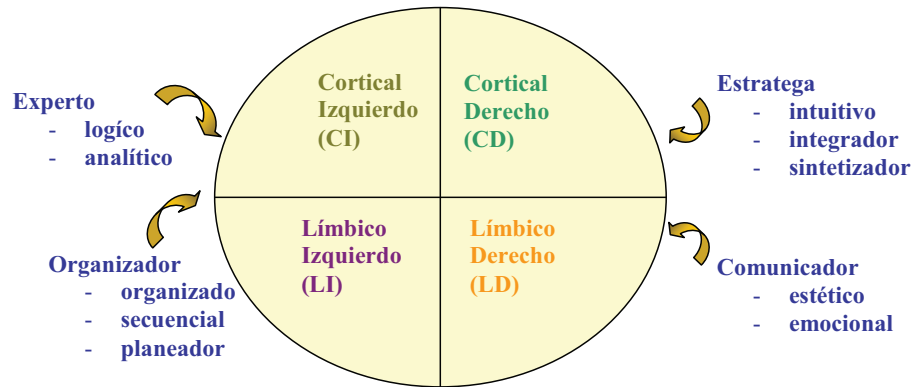


Figura 3.13: Instrumento del Modelo de Herrmann

- Cuadrante D (*límbico derecho*): visual, holístico, innovador, integral. Presenta apertura y visión futurista.

El desarrollo de la corteza cerebral estimula uno de los cuatro cuadrantes de manera predominante, generando que los individuos tiendan a tener gustos, preferencias, procesamiento mental y esquematización de la personalidad particulares; y como no es heredable, nos hace únicos dentro de un esquema de los cuatro cuadrantes.

El instrumento de este modelo es conocido como indicador HBDI (Herrmann Brain Dominance Instrument) y está graficado en la Figura 3.13 donde la parte externa indica las preferencias correspondientes de cada cuadrante referenciado.

El perfil Herrmann permite hacer una comparación entre el estilo de pensamiento percibido por el individuo y el que se está utilizando de acuerdo al momento que se vive o a las condiciones de trabajo en las que se encuentra. Esto nos permite inferir si la persona se siente bien con lo que está haciendo, si puede aportar valor o si está sometida a condiciones estresantes. El mapa de perfiles de Herrmann permite comparar las preferencias y estilos de pensamiento entre personas utilizando mapas de dominancia cerebral de sus integrantes .

Programación Neurolingüística. La Programación Neurolingüística, (*PNL*), entendida como la habilidad práctica de comprender y organizar el éxito de cada persona, se aplica en la actualidad en distintas áreas y empresas de gran envergadura, tanto para el desarrollo individual como para la optimización de los grupos de trabajo. El origen de la PNL es en la década del '70 en la Universidad de California, por Richard Bandler (matemático, psicólogo gestáltico y experto en informática) y John Grinder

(lingüista) [Micciche y Lancaster, 1989].

La Programación Neurolingüística, (PNL), supone que los seres humanos perciben parte de la realidad por cada uno de los sentidos y puede variar la percepción en uno de los sentidos, con aspectos contextuales. Por la acción del sistema nervioso, quien determina cómo un órgano puede ser más estimulado que otro, sistemáticamente se distorsionan y borran trozos enteros de esta percepción del mundo; de esta manera se establece un primer conjunto de filtros, el de las limitaciones neurológicas, para distinguir al ambiente.

Este modelo, también llamado *visual-auditivo-kinestésico* (VAK), toma en cuenta que tenemos tres grandes sistemas para representar mentalmente la información, el visual, el auditivo y el kinestésico o cinestésico. Utilizamos el sistema de representación visual siempre que recordamos imágenes abstractas (como letras y números) y concretas. El sistema de representación auditivo es el que nos permite oír en nuestra mente voces, sonidos, música. Cuando recordamos una melodía o una conversación, o cuando reconocemos la voz de la persona que nos habla por teléfono estamos utilizando el sistema de representación auditivo. Por último, cuando recordamos el sabor de nuestra comida favorita, o lo que sentimos al escuchar una canción estamos utilizando el sistema de representación kinestésico.

La mayoría de nosotros utilizamos los sistemas de representación de forma desigual, potenciando unos e infrautilizando otros. Los sistemas de representación se desarrollan más cuanto más los utilizemos. La persona acostumbrada a seleccionar un tipo de información absorberá con mayor facilidad la información de ese tipo o, planeándolo al revés, la persona acostumbrada a ignorar la información que recibe por un canal determinado no aprenderá la información que reciba por ese canal, no porque no le interese, sino porque no está acostumbrada a prestarle atención a esa fuente de información.

Las características de cada uno de estos tres sistemas de representación son:

Visual: Las personas visuales aprenden mejor cuando leen o ven la información de alguna manera. En una conferencia, por ejemplo, preferirán leer las fotocopias o transparencias a seguir la explicación oral, o, en su defecto, tomarán notas para poder tener algo que leer. Cuando pensamos en imágenes (por ejemplo, cuando “vemos” en nuestra mente la página del libro de texto con la información que necesitamos) podemos traer a la mente mucha información a la vez. Por eso las personas que utilizan el sistema de representación visual tiene más facilidad para absorber grandes cantidades de información con rapidez.

Auditivo: Cuando recordamos utilizando el sistema de representación auditivo lo hacemos de manera secuencial y ordenada. Las personas auditivas aprenden mejor cuando reciben las explicaciones oralmente y cuando pueden hablar y explicar esa información a otra persona. La persona auditiva necesita escuchar su grabación mental paso a paso. El sistema auditivo no permite relacionar conceptos o elaborar conceptos.

Cinestésico: Cuando procesamos la información asociándola a nuestras sensaciones y movimientos, a nuestro cuerpo, estamos utilizando el sistema de representación cinestésico. Utilizamos este sistema, naturalmente, cuando aprendemos un deporte, pero también para muchas otras actividades. El aprendizaje cinestésico es profundo. Una vez que sabemos algo con nuestro cuerpo, que lo hemos aprendido con la memoria muscular, es muy difícil que se nos olvide. Las personas que utilizan preferentemente el sistema cinestésico necesitan, por lo tanto, más tiempo que los demás. Decimos de ellos que son lentos. Esa lentitud no tiene nada que ver con la falta de inteligencia, sino con su distinta manera de aprender.

Se estima que un 40 % de las personas es visual, un 30 % auditiva y un 30 % kinestésica. Este modelo sostiene que es posible identificar cuando una persona es visual, auditiva o kinestésica por las expresiones que utiliza con mayor frecuencia.

Inteligencias Múltiples de Gardner. La inteligencia, para Gardner, no es concebible como una instancia unitaria (ya sea como compuesta por un único factor, o bien abarcativa de múltiples capacidades), sino más bien se plantea la existencia de múltiples inteligencias, cada una diferente de las demás. Así lo que intenta subrayar el autor es la idea de que cada inteligencia es un sistema en sí mismo, más que simplemente un aspecto de un sistema mayor. Las inteligencias postuladas por Gardner son independientes unas de otras [Molina, 2006], es decir, las destrezas de una persona en una inteligencia no debieran, en principio, ser predictivas de las destrezas de esa persona en otras inteligencias.

Al tener esta perspectiva más amplia, el concepto de inteligencia se convirtió en un concepto que funciona de diferentes maneras en la vida de las personas. Gardner categorizó la amplia variedad de habilidades que poseen los seres humanos, agrupándolas en siete categorías o “inteligencias”:

1. **Inteligencia lingüística:** la capacidad para usar palabras de manera efectiva, sea en forma oral o de manera escrita. Esta inteligencia incluye la habilidad para

- manipular la sintaxis o significados del lenguaje o usos prácticos del lenguaje. Algunos usos incluyen la retórica (usar el lenguaje para convencer a otros de tomar un determinado curso de acción), la mnemónica (usar el lenguaje para recordar información), la explicación (usar el lenguaje para informar) y el metalenguaje (usar el lenguaje para hablar del lenguaje).
2. La inteligencia lógico matemática: la capacidad para usar los números de manera efectiva y razonar adecuadamente. Esta inteligencia incluye la sensibilidad a los esquemas y relaciones lógicas, las afirmaciones y las proposiciones (si-entonces, causa-efecto), las funciones y las abstracciones. Los tipos de procesos que se usan al servicio de esta inteligencia incluyen: la categorización, la clasificación, la inferencia, la generalización, el cálculo y la demostración de la hipótesis.
 3. La inteligencia corporal-cinética: la capacidad para usar todo el cuerpo para expresar ideas y sentimientos (por ejemplo un actor, un mimo, un atleta, un bailarín) y la facilidad en el uso de las propias manos para producir o transformar cosas (por ejemplo un artesano, escultor, mecánico, cirujano). Esta inteligencia incluye habilidades físicas como la coordinación, el equilibrio, la destreza, la fuerza, la flexibilidad y la velocidad así como las capacidades auto perceptivas, las táctiles y la percepción de medidas y volúmenes.
 4. La inteligencia espacial: la habilidad para percibir de manera exacta el mundo visual-espacial (por ejemplo un cazador, explorador, guía) y de ejecutar transformaciones sobre esas percepciones (por ejemplo un decorador de interiores, arquitecto, artista, inventor). Esta inteligencia incluye la sensibilidad al color, la línea, la forma, el espacio y las relaciones que existen entre estos elementos. Incluye la capacidad de visualizar, de representar de manera gráfica ideas visuales o espaciales.
 5. La inteligencia musical: la capacidad de percibir (por ejemplo un aficionado a la música), discriminar (por ejemplo, como un crítico musical), transformar (por ejemplo un compositor) y expresar (por ejemplo una persona que toca un instrumento) las formas musicales. Esta inteligencia incluye la sensibilidad al ritmo, el tono, la melodía, el timbre o el color tonal de una pieza musical.
 6. La inteligencia interpersonal: la capacidad de percibir y establecer distinciones en los estados de ánimo, las intenciones, las motivaciones, y los sentimientos de otras personas. Esto puede incluir la sensibilidad a las expresiones faciales, la

voz y los gestos, la capacidad para discriminar entre diferentes clases de señales interpersonales y la habilidad para responder de manera efectiva a estas señales en la práctica (por ejemplo influenciar a un grupo de personas a seguir una cierta línea de acción).

7. La inteligencia intrapersonal: el conocimiento de sí mismo y la habilidad para adaptar las propias maneras de actuar a partir de ese conocimiento. Esta inteligencia incluye tener una imagen precisa de uno mismo (los propios poderes y limitaciones), tener conciencia de los estados de ánimo interiores, las intenciones, las motivaciones, los temperamentos y los deseos, y la capacidad para la autodisciplina, la autocomprensión y la autoestima.

La mayoría de los individuos tenemos todas esas inteligencias, aunque cada una desarrollada de modo y a un nivel particular, producto de la dotación biológica de cada uno, de su interacción con el entorno y de la cultura imperante en su momento histórico [García-Hernández, 2006]. Las combinamos y las usamos en diferentes grados, de manera personal y única.

Modelo de Eicher El modelo de Cognición de Eicher [Eicher, 1996] clasifica las preferencias individuales de acuerdo a la manera en que las personas reciben la información, la forma de organizar dicha información, y la manera de comunicarla hacia los demás (ver Figura 3.14).

Según la comunicación con los demás y la recepción de información, la preferencia puede ser verbal, visual o táctil.

Verbal: la manera preferente es a través de explicaciones verbales, preguntas - respuestas, y entrevistas.

Visual: la manera preferente es a través de imágenes, textos, íconos en la pantalla, etc.

Táctil: la manera preferente es practicar y probar las cosas.

Según el pensamiento y forma de organización, la preferencia puede ser vertical o lateral.

Vertical: las personas prefieren realizar tareas “paso a paso”, prestando atención a los detalles. Necesitan saber la lógica antes de “terminar una tarea”.

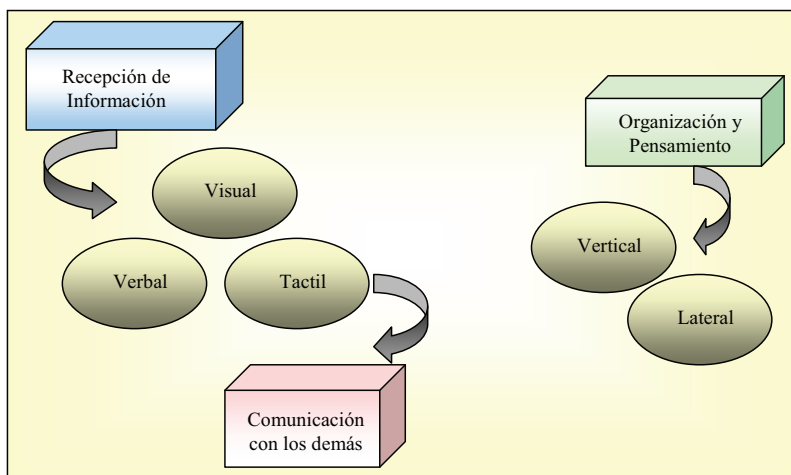


Figura 3.14: Modelo de Eicher

Lateral: prefieren hacer muchas tareas a la vez. Necesitan conocer el tema completo o general, antes de una tarea.

Modelo de Felder-Silverman. El modelo de Felder-Silverman, *Felder-Silverman Learning Style Model* (FSLSM), las personas son clasificadas de acuerdo a cuatro dimensiones, basadas en las mayores dimensiones de los campos de estilos de aprendizaje que a su vez pueden ser vistos de forma independiente.

La Figura 3.15 muestra la manera que los individuos prefieren procesar la información (activo/reflexivo); la manera de percibir la información (perceptivo/intuitivo); la manera de recibir la información (visual/verbal) y la manera de entender la información (secuencial/global).

El sujeto *Activo* discute, aplica conocimientos, prueba las cosas para ver como funcionan. Trabaja en grupo. Tiende a entender mejor la información haciendo algo activo con ella, sea discutiéndola, aplicándola o explicándosela a otros. La frase de este estilo es “probémoslo para ver como funciona”.

Por el otro lado el *Reflexivo* prefiere pensar sobre las cosas antes de tomar alguna acción, prefieren trabajar solos. Los tipos “reflexivos o críticos” prefieren los trabajos con metas bien establecidas y con estructura. También se inclinan por trabajar ordenadamente a través de documentos de trabajo, charlas y demostraciones. La reflexión sobre un asunto en particular les permite extraer el conocimiento necesario para transferirlo a otras situaciones diferentes.

El sujeto *Perceptivo* se centra en los datos actuales, prefiere las situaciones prácticas,

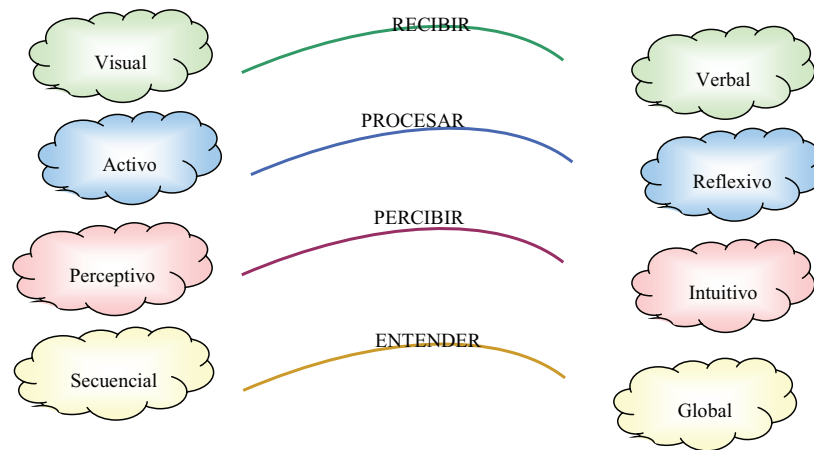


Figura 3.15: Modelo Felder-Silverman

y tiene sus raíces en el presente, existe una concentración sobre los detalles. Tienden a ser más lentos en la generalización del ejemplo al concepto: ellos aprecian las ayudas audiovisuales. Aprenden hechos, solucionan problemas con métodos bien establecidos y no les gustan las complicaciones ni sorpresas. Son más prácticos y cuidadosos que los intuitivos.

Los individuos *Intuitivos* prefieren descubrir posibilidades y relaciones; les gusta la innovación y les disgusta la repetición. Se sienten bien con nuevos conceptos. Tienden a trabajar más rápido que los perceptivos.

Los sujetos *Visuales* recuerdan mejor lo que ven, como diagramas, gráficos, películas y demostraciones.

Los *Verbales* prefieren explicaciones verbales y escritas.

Los *Secuenciales* prefieren seguir pasos lineales con secuencia lógica. Para encontrar soluciones tienden a utilizar pasos lógicos. Por el otro lado los *Globales* trabajan considerando el material casi en forma aleatoria sin ver la conexión y en forma repentina captan el sentido global. Resuelven problemas en forma novedosa y más rápida, pero tienen dificultades para explicar cómo lo hicieron.

El instrumento diseñado para determinar preferencias en las cuatro dimensiones del modelo de F-S es el Índice de aprendizaje, *Index of Learning Style*, (ILS). La versión web ha sido utilizada en una gran cantidad de estudios desde 1997 ¹. Existen investigaciones en pos del análisis y confiabilidad [Felder y Spurlin, 2005, Graf y Kinshuk, 2006, Graf y Bekele, 2006] del ILS como herramienta, que si bien

¹<http://www.engr.ncsu.edu/learningstyles/ilsweb.html>

enfatan la validez del ILS, también incorporan más detalles sobre cada dimensión de estilo de aprendizaje [Graf et al., 2006].

3.4.2. Correlación de Modelos

Nuestro estudio de las clasificaciones mencionadas demuestra que hay presentes un conjunto de características comunes en todos los modelos, pero que la mayoría de los ítems de los modelos están incluidos en el modelo de Felder-Silverman (F-S). En la Tabla 3.4 se presenta la relación entre las categorías del modelo F-S y los modelos presentados previamente.

También podemos analizar los modelos desde el punto de vista del tipo de acción. Esto es en las acciones de Percepción, Entrada, Procesamiento, Entendimiento y Juicio. Percepción significa cómo el individuo prefiere percibir el mundo (concepto abstracto versus información concreta); entrada significa qué canal sensorial prefiere un individuo para percibir el mundo; procesamiento significa cómo prefiere el individuo procesar la información; y entendimiento significa cómo el individuo comprende la información. La comparación puede verse en la Tabla 3.5.

Finalmente, en otras investigaciones se ha visto que hay varios estudios que se enfocan en las relaciones entre roles y sus estilos cognitivos, tal es el caso del instrumento la teoría de Adaptación-Innovación de Kirton -Kirton's Adaption-Innovation Inventory (KAI) [Bagozzi y Foxall, 1995]. Esta teoría se basa en la presencia de diferencias cognitivas entre miembros de un equipo, las cuales pueden ser identificadas por medio de un instrumento simple, destacando las influencias de estas diferencias en dificultades serias tanto en el funcionamiento, la comunicación, y la colaboración de los integrantes del equipo. Incluso Buffinton sugiere [Buffinton et al., 2002] correlaciones entre estilos cognitivos y comportamientos específicos, presuponiendo posibles puntos de conflicto basados en estilos cognitivos en conflicto. Investigaciones previas a este enfoque [Bradley y Hebert, 1997, Sawyer, 2001] sugieren que en el desarrollo de un proyecto de software las características humanas son más relevantes que los aspectos cognitivos. Existe, según [Sawyer, 2001] una relación entre la personalidad de los miembros de un equipo de desarrollo y la comunicación y coordinación de dicho equipo. En [Bradley y Hebert, 1997] se considera en particular algunas características de uno de los modelos. Nuestro trabajo, a diferencia de las investigaciones mencionadas, hace uso de estilos cognitivos para mejorar el proceso de elicitación. En [Hickey y Davis, 2003b] se considera que los analistas eligen una técnica particular ya sea porque es la técnica

<i>Felder-Silverman</i> <i>F-S</i>	<i>Myers-Briggs</i> <i>MBTI</i>	<i>Kolb</i>	<i>Herrmann</i> <i>HBDI</i>	<i>Eicher</i>
Perceptivo	Sensorial Lógico	Concreto	Cerebral Izquierdo	
Intuitivo	Intuitivo Emotivo	Abstracto	Límbico Derecho	
Visual				Visual
Verbal				Verbal
Activo	Extrovertido	Activo		Táctil
Reflexivo	Introvertido	Reflexivo		
Secuencial	Juzgador			Vertical
Global	Perceptivo			Lateral

Tabla 3.4: Relación entre categorías F-S y otros modelos

que el analista conoce más; porque es la técnica preferida para todas las situaciones; porque el analista está siguiendo una cierta metodología explícita y esa metodología comprende una técnica particular en el momento; o porque intuitivamente el analista considera esa técnica como la más eficaz para la circunstancia actual. A diferencia de [Hickey y Davis, 2003b], nuestro aporte considera que la elección de una técnica particular tiene que estar en correspondencia con la forma en que la gente piensa, siente y se comunica.

3.5. Análisis de métodos de priorización de requisitos

Existen diversos marcos comparativos de métodos de elicitación que han subrayado diferentes características. Tal es el caso del [Thomas, 2003] el cual está basado en las propiedades y limitaciones de cinco métodos significativos para la elicitación de requisitos dentro de los métodos basados en objetivos. Esta comparación está organizada desde el punto de vista de la adquisición de objetivos con especial énfasis en la elicitación. Luego, basado en un marco de evaluación e influenciado por aplicación industrial, en [Ryan y Karlsson, 1997] se clasifican seis métodos diferentes

Dimensiones	Felder-Silverman	Síntesis
Percepción	Perceptivo	<p>Hecho, métodos establecidos (FS)</p> <p>Hechos, experimentan, ejemplos (MBTI)</p> <p>Sienten, experiencia concreta, hechos (Kolb)</p> <p>Racional, Basado en hechos (HBDI)</p>
	Intuitivo	<p>Innovativos, nuevas posibilidades (FS)</p> <p>Imaginación, ideas, posibilidades (MBTI)</p> <p>Ideas, pensamiento (Kolb)</p> <p>Pensamiento conceptual, creativo, integrador, experimental, global (HBDI)</p>
Entrada	Visual	<p>Representación visual, figuras, diagramas, diagramas de flujo, etc. (FS)</p> <p>Visualización de imágenes, textos e íconos. (Eicher)</p>
	Verbal	<p>Explicaciones escritas y habladas (FS)</p> <p>Explicaciones verbales, preguntas y respuestas. (Eicher)</p>
Procesamiento	Activo	<p>Hacer, probar, acción (FS)</p> <p>Interactuar con entorno ensayo y error (MBTI)</p> <p>Experimentación (Kolb)</p> <p>Pensamiento conceptual, creativo, integrador, experimental, global (HBDI)</p> <p>Poniendo manos a la obra (Eicher)</p>
	Reflexivo	<p>Pensar silenciosamente (FS)</p> <p>Mundo interior, pensamiento, reflexión (MBTI)</p> <p>Observación reflexiva (Kolb)</p>
Entendimiento	Secuencial	<p>Orden lógico, lineal, por pasos (FS)</p> <p>Planeado, ordenado (MBTI)</p> <p>Plan, organizado, secuencial, detallado, práctico (HBDI)</p> <p>Orden lógico, paso a paso, detalles, pasos preestablecidos (Eicher)</p>
	Global	<p>Saltan de una cosa a otra, sin orden, azar (FS)</p> <p>Flexibles, abiertos (MBTI)</p> <p>Tareas en paralelo, razonamiento general (Eicher)</p>

Tabla 3.5: Comparación de modelos

para priorizar requisitos. El objetivo de esta evaluación es destacar los comportamientos de cada método para una experiencia particular. De esta manera los resultados obtenidos no pueden ser generalizados para cualquier tipo de aplicación. Este marco de evaluación está basado en tres divisiones: medidas objetivas (número de decisiones requerido, tiempo total utilizado y tiempo por decisión), medidas subjetivas (como facilidad de uso, confiabilidad de los resultados y tolerancia a fallas) y de características (escala de medición).

Ninguno de estos marcos profundizan en el proceso de elicitación en detalle - particularmente en términos del proceso en sí mismo y de sus características cognitivas-. Por ello, hemos llegado aquí al punto de comparar las propuestas de priorización aplicando nuestro marco de clasificación (Figura 3.16) que está estructurado en dos bloques: *Características de Diseño* y *Características Cognitivas*.

La categoría *Diseño* está compuesta de 4 elementos, cada uno con sus propias especificaciones.

1. El elemento *Proceso* categoriza las características específicas de cada método para priorizar requisitos. *Proceso* considera la consistencia/integridad y la forma de separar prioridades. Menciona los métodos de requisitos que tienen un orden de prioridad o importancia y aquellos que están basados en composición de objetivos. Además detalla la composición del método (si está compuesto por múltiples sub-métodos, si es parte de un método extendido o si es en sí mismo un método)
2. El elemento *Participante* se analiza en términos de dos aspectos: *trazabilidad*, que especifica la forma en que los participantes priorizan objetivos (si el método analiza qué participante prioriza qué objetivo, así como el grado de prioridad que ese participante dio a un objetivo en particular); y *distribuido*, donde el marco considera si los participantes se encuentran distribuidos geográficamente.
3. El elemento *Implementación* depende de la escalabilidad y dinamismo del método (por ejemplo la utilidad y la confiabilidad). Está influenciado por la cantidad de cálculos matemáticos que el método utiliza, así como el comportamiento del método con una gran cantidad de requisitos. Esta categoría enfatiza si el método está o no soportado por alguna herramienta computarizada, así como si fue empleado o no en proyectos de envergadura (toma en cuenta la información que demuestra si el método fue exitoso en estudios piloto previos).

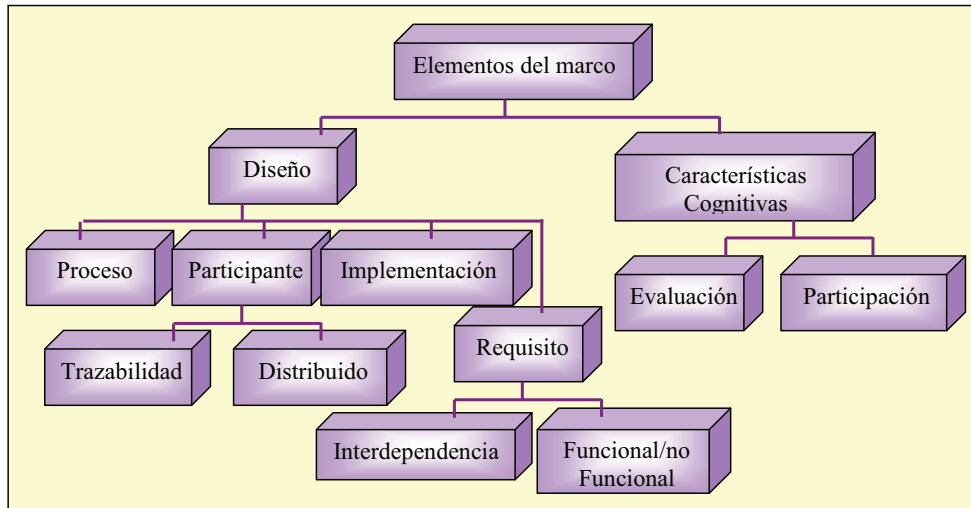


Figura 3.16: Marco comparativo

- El elemento *Requisito* analiza los requisitos Funcionales y no Funcionales, así como las interacciones entre los mismos. Este elemento también considera dos aspectos: *interdependencia*, que representa la interacción de los requisitos, considerando que algunos métodos calculan el costo y beneficio para requisitos individuales, pero existe una relación significativa entre los requisitos que complica esta asignación de valores; y *Requisito Funcional y No funcional* (FR & NFR) que determinan si los métodos son adecuados para ambos tipos de requisitos.

Los aspectos cognitivos cubren la evaluación de las *Características Cognitivas* como la negociación entre los participantes durante el proceso completo. Para ello, la *Evaluación* estudia las características personales que sirven para establecer pesos a las prioridades; y la *Participación* define cómo pueden ser asignadas dichas características (en forma subjetiva u objetiva), así como el grado de experiencia del personal necesario y la cantidad mínima de entrevistas necesaria para asegurar el desarrollo de la metodología.

El elemento *proceso* se subdivide en características simples para su análisis (aplicando la técnica para comparaciones de métodos y herramientas llamada DESMET [Kitchenham, 1996]) según el siguiente detalle:

Consistencia: especifica si el proceso detecta o no inconsistencias,

Rigurosidad: especifica si el método es sistemático o riguroso.

Descomposición de Objetivos: especifica si el método está o no basado en descomposición de objetivos.

Prioridad: especifica si se puede obtener un orden de prioridad o precedencia entre requisitos.

Interdependencia de Requisitos : especifica si el proceso identifica o no dependencia entre los requisitos candidatos.

Objetivo: especifica de qué manera se asignan las prioridades - en forma subjetiva u objetiva.

Generalmente la información acumulada durante la elicitación de requisitos debe ser interpretada, analizada, modelada y validada antes de adquirir el conjunto completo de requisitos. Un paso importante para mejorar el proceso de elicitación de requisitos es reconocer los requisitos reales. Muchas veces dos participantes están de acuerdo con un requisito que puede tener significados opuestos para cada uno, lo que torna imposible la implementación de ambos requisitos. Estas son llamadas *inconsistencias de requisitos*. Las inconsistencias surgen como resultados de conflictos entre requisitos. Cada inconsistencia implica alguna acción necesaria para identificar la causa de la misma y llegar a una solución. Se considera a esta característica *altamente deseable* porque un proceso que detecta inconsistencias tiene resultados más confiables. Un concepto relacionado con la inconsistencia es la ambigüedad. Ambigüedad es cuando un requisito tiene diferentes significados y los participantes no están seguros del significado del mismo. Cuando varios participantes interpretan un requisito de manera diferente, cada uno concluye que su interpretación es la correcta, y la ambigüedad permanece sin detectarse hasta tarde.

Si un método es considerado *riguroso y sistemático* entonces provee pasos definidos, lo que asegura el éxito del proceso, ya que lo torna robusto, con manejo de requisitos en forma consistente y entendible; lo que hace a esta característica *altamente deseable*. Ayuda en la validación y verificación y está íntimamente relacionado con la consistencia de requisitos.

Existe un gran número de dificultades inherentes al proceso de identificación de los participantes y de sus necesidades. Los participantes pueden ser numerosos y estar ubicados en lugares geográficamente distribuidos, con horarios diferentes, por lo que sus objetivos pueden variar y entrar en conflicto, dependiendo de las perspectivas del lugar donde trabajan y de las tareas que ellos llevan a cabo. Los objetivos de los participantes

pueden no ser explícitos, pueden ser difíciles de articular, e inevitablemente, la satisfacción de estos objetivos puede ser restringida por una variedad de factores externos a ellos. Los objetivos denotan las características que un sistema debe cumplir. La elicitación de los objetivos principales al comienzo en un desarrollo es crucial; sin embargo, la elicitación orientada a objetivos es una actividad que continúa mientras el desarrollo prosigue. Así el proceso basado en *descomposición de objetivos* es *deseable* para un proceso de priorización. Los objetivos de la elicitación enfocan a los ingenieros de requisitos en los problemas del dominio y en las necesidades de los participantes, más que en las posibles soluciones para los problemas.

Los diferentes cambios a los requisitos a través del ciclo de vida del proyecto, determinan dependencias entre requisitos funcionales. Entender estas dependencias podría mejorar el proceso de adquisición de requisitos. Las dependencias entre funciones de software pueden ser evaluadas por el número reportado de fallas comunes aparecidas durante el ciclo de vida del software. Una hipótesis implica que si dos funciones son modificadas respecto al mismo reporte de falla, entonces existe entre ellas una *interdependencia de requisitos*. Así, un análisis de reporte de fallas podría ser *deseable* ya que daría información importante sobre dichos requisitos.

El proceso de negociación involucra tanto la priorización de requisitos, como la selección de un conjunto adaptativo de requisitos a ser satisfecho. Una desventaja detectada es que en muchos métodos solo se deriva en un participante la responsabilidad de estimar el valor relativo de cada requisito, lo cual torna el proceso subjetivo. Se supone *deseable* que el proceso busque soluciones lo más *objetivamente* posible.

No todos los requisitos son de suma prioridad. Los especialistas de requisitos tanto como los desarrolladores deben estar entrenados para no tomar decisiones, ni agregar características a los sistemas cuando no son parte de verdaderos requisitos. La discusión de las prioridades de los requisitos mejora la comunicación entre cliente y desarrollador y ayuda en la resolución de conflictos. Podemos ver la Prioridad como el atributo clave de cada requisito (que debe estar incluido en la base de requisitos, si existe la misma). No es una medida directa, al menos no si está asignada en forma subjetiva. Nunca es valor simple, la característica de prioridad es una combinación de dos o más valores que interactúan entre sí. La prioridad relativa es un atributo importante de cada requisito. Varios participantes pueden interpretar en forma diferente alta prioridad, dejando desentendimientos sobre cuáles funcionalidades serán incluidas en próximas versiones del producto. El problema que detectan los ingenieros en sistemas es que los usuarios están en desacuerdo con priorizar requisitos porque consideran que los

	Prioridad (M)
AGORA	Prioridades basadas en objetivos con conflictos
AHP	Compara requisitos en tres niveles jerárquicos
Cost-Value	Idem a AHP
WinWin	Detecta prioridades entre requisitos.
QWinWin	Detecta prioridades entre requisitos
Interd.Req	Se puede dar un orden de precedencia en los requisitos
QFD	Se puede definir un orden de precedencia ya que está basado en la asignación de un valor numérico para cada requisito
MPARN	Considera un orden de precedencia para cada opción a través de la función de preferencia.
VisT	Considera un orden de precedencia que puede ser compartido por uno o varios requisitos.
GSP	Considera un orden de precedencia al evaluar las alternativas
PsySR	No

Tabla 3.6: Clasificación de la característica simple “Prioridad”

desarrolladores van a restringir automáticamente el proyecto a los ítems prioritarios y los restantes ítems nunca serán implementados. Es importante comparar la prioridad de cada cambio propuesto considerando todos los requisitos restantes a ser implementados. La *priorización de requisitos* juega entonces un rol sumamente importante en el proceso de ingeniería de requisitos, en particular con respecto a tareas críticas tales como planeamiento de versiones del producto, es por esto que consideramos esta característica en una tabla separada (ver Tabla 3.6), y se considera *obligatorio* el proceso de determinar un orden de prioridad de un conjunto dado de requisitos, con el objetivo final de obtener el conjunto total a través de versiones sucesivas del producto.

Aplicación del Marco Conceptual: Características simples del proceso. En la Tabla 3.7 podemos observar que no existe un enfoque para priorizar requisitos completo, simple y confiable. Ninguno de los métodos provee herramientas específicas para resolver conflictos. Algunas estrategias como *GSP* y *AGORA* están basadas en objetivos; otras como las de *WinWin*, *QWinWin* y la técnica *VisT*, están basadas en el proceso de negociación. Algunas como *QDF* y *MPARN* están basadas en la fabricación industrial y son técnicas para la toma de decisiones. Tanto *AHP*, como la técnica de *Cost-Value* están basadas en comparación de a pares, y el método de *PsySR* está basado en interacciones humanas y lenguaje natural. Este último es el único método que no establece prioridades entre requisitos. Tanto *AGORA*, los métodos basados en el proceso de negociación, y aquellos basados en comparación de a pares, pueden detectar inconsistencias.

Podemos ver los requisitos candidatos y las condiciones de beneficio mutuo como objetivos iniciales. Considerando esto, sólo *GSP* y *AGORA* cuentan con descomposición desde las necesidades básicas de los clientes a sub-objetivos. A pesar que tanto *AHP* como la técnica de *Doble Beneficio Cuantitativo* son confiables, ambas necesitan de una gran cantidad de cálculos matemáticos para priorizar algunos requisitos. Sólo *Psicoterapia para Requisitos de Software (PsySR)* considera aspectos cognitivos, permitiendo a la gente especificar lo que realmente desean expresar, aunque no lo hace en forma sistemática y formal. Generalmente se pueden utilizar aspectos cognitivos en la fase de negociación, donde el analista debe llegar a un consenso mutuo.

La técnica de *Cost-Value* aplica, a su vez, el método *AHP* para determinar el valor relativo de cada requisito candidato como costo de implementación; es por esto que en general las características de la primera estrategia son las mismas que las del método mencionado. Pasa algo similar con el método de *QWinWin*, que consiste en tres componentes: el primero es la aplicación del método *AHP*, el segundo es la separación por nivel de importancia de los requisitos y el tercero es la selección de conjuntos de requisitos bajo determinadas restricciones.

La Tabla de características simples puntuadas (ver Tabla 3.8), adjudica los valores considerando la característica SI con un valor de 5 y la característica NO con un valor de 0.

Existen algunas características a las cuales no se les puede asignar un valor de importancia porque están presentes en todos los métodos, y definen, en cierta manera al método. Esas características son:

Método: especifica si el proceso es un método en sí mismo, si está compuesto por

	Consistencia (HD)	Riguroso/Sistemático (HD)	Descomp. de Objetivos (D)	Depend Requisitos (D)	Objetivo/Subjetivo (D)
AGORA	Agregando valores atributos como matrices de preferencia	Proceso Riguroso	Utiliza descomposición AND-y OR-	Sólo en descomposición de objetivos	Los valores de los atributos son colocados en forma subjetiva; pero se pueden utilizar técnicas como AHP para obtener valores más objetivos
AHP	Por redundancia de comparaciones de a pares	Método sistemático y riguroso	No	No	Objetivo porque considera cada término con respecto a los otros.
Cost-Value	Por redundancia de comparaciones de a pares	Método sistemático y riguroso	No	No	Lo mismo que el AHP
WinWin	Analizando las prioridades con herramientas propias	Ni riguroso, ni sistemático	No	No	Objetivo porque debe existir un consenso entre los participantes
QWinWin	Entre pares de requisitos (Proceso AHP), eliminando algunos y verificando el conjunto resultante.	Proceso sistemático	No	No	Es más objetivo que el método de Doble Beneficio porque le agrega un análisis cuantitativo
Interd.Req	Aunque detecta inconsistencias, no tiene una metodología explícita para evitarlas	Ni riguroso ni sistemático	No	El proceso está basado en interdependencia de requisitos	Es subjetivo.
QFD	No detecta inconsistencias	No es riguroso	No	No	Las prioridades son dadas en forma subjetiva
MPARN	No detecta inconsistencias.	Negocia acuerdos en forma sistemática utilizando técnica de análisis de preferencia de múltiples criterios	No	No	Aunque las prioridades se asignan en forma subjetiva, se tornan indefectiblemente objetivas
VisT	No detecta inconsistencias.	Ni sistemático ni riguroso.	No	No	Prioridades son asignadas en forma subjetiva
GSP	No detecta inconsistencias.	Ni sistemático ni riguroso	Cada objetivo es un nodo en un gráfico de objetivos y está descompuesto en subobjetivos mediante relaciones tipo OR/AND	No	Es subjetivo. La primer parte del proceso (identificación de objetivos) puede ser realizada utilizando cualquier técnica de elicitación.
PsySR	Aunque detecta divergencia entre participantes, no detecta inconsistencias.	Ni riguroso ni sistemático	No	No	Es subjetivo

Tabla 3.7: Tabla de las características simples

Característica <i>Importancia</i>	Consistencia <i>HD</i>	Riguroso/ Sistemático <i>HD</i>	Descomposición de Objetivos <i>D</i>	Prioridad <i>M</i>	Dependencia de Requisitos <i>D</i>	Objetivo <i>D</i>
AGORA	5	5	5	5	5	0
AHP	5	5	0	5	0	5
Cost-Value	5	5	0	5	0	5
WinWin	5	0	0	5	0	5
QWinWin	5	5	0	5	0	5
Interd.Req	5	0	0	5	5	0
QFD	0	0	0	5	0	0
MPARN	0	5	0	5	0	5
VisT	0	0	0	5	0	0
GSP	0	0	5	5	0	0
PsySR	0	0	0	0	0	0

Tabla 3.8: Valores asignados a características simples

otros métodos o si es parte (sub-método) de otra estrategia. Se puede visualizar en la Tabla 3.9

Cálculos: especifica qué tipo y cantidad de cálculos realiza. Se puede visualizar en la Tabla 3.10.

Proceso de negociación: especifica qué técnica provee el método para poder hacer posible la negociación. Se visualiza en la Tabla 3.11.

Aplicación del Marco Conceptual: Características compuestas. Un conjunto de características más específicas incluye:

Herramientas (*Herram.*): especifica qué herramientas de computación ayudan a automatizar parte del proceso o el proceso completo.

Experiencia (*Exper.*): especifica si el método ha sido validado en un caso de estudio con requisitos reales, si fue desarrollado en un proyecto a gran escala, o si es básicamente un modelo empírico o teórico.

RequisitosNoFuncionales (*NFR*): Todos los métodos consideran requisitos funcionales pero solo algunos de ellos desarrollan alternativas para analizar también los requisitos no funcionales -Non Functional Requirements- (NFR).

	Método
AGORA	Aunque es un método completo, sugiere la combinación de métodos como Doble Beneficio, AHP y análisis de costos para definir las prioridades de los objetivos.
AHP	Es un método en sí mismo, y es muy utilizado como parte de otros métodos.
Cost-Value	Utiliza dos veces el método AHP. La primera para determinar el costo y la otra para el valor.
WinWin	Es en sí misma una metodología.
QWinWin	Al comienzo utiliza el método AHP para obtener los valores relativos de los requisitos.
Interd.Req	Utiliza metodologías existente para el proceso de toma de decisión.
QFD	Es un método en sí mismo.
MPARN	Modelo sistemático que coopera con el artefacto del análisis de Doble Beneficio.
VisT	Es un método que aplica técnicas de visualización tanto para la identificación de conflictos como en la solución de problemas.
GSP	Es un marco de trabajo metodológico que involucra objetivos, preferencias y habilidades. Es un proceso que consta de tres subprocesos.
PsySR	No es un método. No tiene una metodología explícita para priorizar requisitos.

Tabla 3.9: Características de importancia “Método”

	Cálculos
AGORA	Realiza el cálculo de la varianza de la matriz.
AHP	Para N requisitos, genera una matriz de comparación de (N x N), genera un vector valor de esta matriz. Multiplica la matriz de prioridad por un vector relativo de requisitos. El proceso se vuelve tedioso cuando la cantidad de requisitos sobrepasa los 15.
Cost-Value	Multiplica los cálculos que realiza el método AHP por 2.
WinWin	No realiza cálculos específicos.
QWinWin	Los cálculos necesarios para el método AHP, los cálculos para calcular el vector de importancia de las clases de requisito en cada una de las iteraciones.
Interd.Req	El método utiliza la técnica ACA (Adaptive Conjoint Analysis), la cual implica una gran cantidad de cálculos. Además, cada participante debe elegir entre pares de productos, este proceso agrega gran cantidad de cálculos al método.
QFD	No utiliza gran cantidad de cálculos, la mayoría de los mismos son realizados desde la matriz de requisitos.
MPARN	Los cálculos son de acuerdo a los métodos considerados para determinar los valores asignados (determinación directa, mediante funciones lineales, mediante funciones no lineales, o método de progresión geométrica) y los métodos considerados para asignar los pesos relativos por los participantes (evaluación directa, método SMART, método de comparación de a pares, o de progresión geométrica).
VisT	Los cálculos sólo son necesarios para la herramienta de visualización. No existen más cálculos para determinar prioridades.
GSP	Realiza una pequeña cantidad de cálculos para determinar el orden de las alternativas. Los métodos agregan valores relativos a alternativas para determinar dicho orden.
PsySR	No realiza cálculos de ningún tipo.

Tabla 3.10: Característica de importancia “Cálculos”

	Proceso de Negociación
AGORA	No sigue una metodología explícita para la negociación entre participantes.
AHP	Los participantes deben llegar a un acuerdo con los valores relativos de cada par de requisitos.
Cost-Value	Los participantes acuerdan los valores relativos de cada par de requisitos.
WinWin	Considera también la factibilidad y el costo de de implementación para priorizar algunos requisitos.
QWinWin	Utiliza participantes con diferentes perspectivas del negocio. Supone que las preferencias de los participantes pueden variar con el tiempo.
Interd.Req	Agrupar a los participantes con características similares. Los participantes eligen independientemente los productos presentados.
QFD	Los participantes se organizan en subgrupos y definen los requisitos.
MPARN	Utilizando técnicas de análisis de preferencia de múltiples criterios las cuales suplen el proceso de negociación utilizado en las estrategias de Doble Beneficio (evaluación sistemática y opciones para la resolución de conflictos buscadas por los mismos participantes), considerando criterio y preferencias de los participantes y determinando cómo las opciones generadas se desarrollan sobre el conjunto de criterios evaluado.
VisT	En proyectos menores todos los participantes negocian, en proyectos mayores los participantes se pueden armar en grupos para poder negociar.
GSP	El proceso de negociación se realiza por encuentros en grupos.
PsySR	Los participantes se encuentran y definen los requisitos. El analiza utiliza esta técnica para obtener requisitos mejor formados. Esta técnica se aplica sólo en especificaciones en lenguaje natural.

Tabla 3.11: Característica de importancia “Proceso de Negociación”

Es importante que el proceso para priorizar requisitos esté soportado por *herramientas de computación*, ya que de esta manera se acelera todo el proceso y se minimiza la posibilidad de errores humanos característicos (que aumentan con procesos densos). El argumento para esto es que a veces esta característica evita lo que se denomina “paralización del proyecto”, que es cuando el proyecto se estanca en requisitos que no son lo suficientemente importantes y que para su implementación se necesitan demasiados recursos. Si el desarrollo no termina y se extiende por tiempo indeterminado, se llega a una situación de parálisis en el análisis.

El proceso debería ser utilizado en proyectos reales, al menos es *deseable* haya una mínima *experiencia del proyecto* ya que muchas veces los procesos son teóricamente buenos pero prácticamente imposibles de implementar.

La especificación de los requisitos de software sirven tanto para *requisitos funcionales* como para *no funcionales*. Estos últimos incluyen objetivos de atributos calidad, de performance, reglas de negocio, restricciones de diseño e implementación y requisitos de interfaz externo. Es *deseable* que los atributos de calidad no funcionales (ejemplo utilidad, eficiencia, portabilidad, mantenimiento) puedan ser considerados durante el proceso de priorización.

Denominamos a este conjunto de características específicas como características compuestas, y para cada una de ella la asignación de los valores (0,3,5) tiene los siguientes significados:

- *Herramientas de computación*: “0” indica los métodos sin soporte computacional (o aquellos en los que es muy difícil su automatización, como en el caso del método de PsyPR); “3” indica aquellos procesos que están parcialmente soportados por herramientas de computación (aquellos que si bien están automatizados necesitan realizar tareas o acciones en forma manual), y los procesos que aunque no estén soportados pueden ser automatizados fácilmente; y “5” indica los procesos automatizados completamente (sin intervención manual).
- *Experiencia*: “0” significa que el método no ha sido validado empíricamente; “3” indica poca experiencia o algunos proyectos con requisitos reales; y “5” se le asigna a los métodos que han sido utilizados en proyectos de envergadura.
- *Requisitos no funcionales*: “0” es para los métodos que no son utilizados ni pueden ser utilizados en requisitos no funcionales; “3” es para los métodos que utilizan requisitos no funcionales; y “5” son aquellos métodos diseñados para requisitos no funcionales.

	Herramientas (D)	Experiencia (D)	NFR (D)
AGORA	Todavía no está soportado por herramientas de computación.	No ha sido utilizado en proyectos de envergadura. Los casos de estudio son todavía muy pequeños.	Sólo considera requisitos funcionales
AHP	Existe gran cantidad de bibliografía y herramientas de computación para soportar esa metodología.	Es utilizado por compañías importantes del mundo entero.	Generalmente se utiliza para requisitos funcionales, aunque puede ser utilizado para no funcionales
Cost-Value	La segunda fase del método está actualmente soportado por algoritmos escritos en lenguajes tipo C.	Utilizado en varios proyectos industriales.	Está adaptado para ambos tipos de requisitos.
WinWin	Soportados por cuatro generaciones de herramientas: Win-Win, 2G W-W, 3G W-W, Easy W-W.	Utilizado en proyectos industriales con productos COTS.	Está adaptado para ambos tipos de requisitos
QWinWin	Existen algunas herramientas que no están ampliamente utilizadas. Boehm creó también el prototipo para su modelo espiral de WinWin .	Es utilizado en proyectos industriales de envergadura.	Está adaptado para ambos tipos de requisitos
Interd.Req	Parte del método está soportado por herramientas, de todas maneras no existe un software general que soporte totalmente la metodología.	Fue utilizado en proyectos de envergadura, generalmente en industria.	Puede ser adaptado para ambos tipos de requisitos
QFD	Técnica parcialmente soportada por herramientas.	Ha sido aplicada exitosamente desde 1991 en salud	Puede ser adaptado para ambos tipos de requisitos
MPARN	El método MPARN ofrece soporte para la negociación . También la para la determinación de puntajes según criterios.	No menciona que se haya utilizado en ningún proyecto de envergadura.	Puede ser adaptado para ambos tipos de requisitos.
VisT	Actualmente tiene herramientas de soporte, inspirado en la herramienta(DCPT)	No ha sido utilizado para casos reales .	Está pensado para requisitos funcionales
GSP	No existe una herramienta aún. Es un proyecto vigente.	Se aplicó a un caso con pacientes con daños cerebrales.	Está desarrollado sólo para requisitos funcionales.
PsySR	No realiza cálculos de ningún tipo ni está soportado por alguna herramienta.	Utilizado en muchos proyectos pequeños pero en ninguno de envergadura.	Puede ser adaptado para ambos tipos de requisitos

Tabla 3.12: Clasificación en términos de características compuestas deseables

Finalmente, el conjunto específico de características se completa con:

Trazabilidad (*Trazab*): considera qué participante priorizó qué aspecto y la razón por la cual lo priorizó.

Participantes Distribuidos (*Part. Dist.*): estudia si los participantes pueden trabajar en un ambiente colaborativo, en diferentes lugares geográficos, y considerando muchas veces la comunicación de ellos en diferentes horarios, etc.

Experiencia Humana (*Exper. Hum.*): considera si existe la experiencia necesaria para la implementación y la mínima cantidad de entrevistas necesaria para que los resultados de un proyecto puedan ser exitosos.

Veamos en mayor detalle. La *trazabilidad* de requisitos es la habilidad de seguir la vida de un requisito, tanto hacia adelante como hacia atrás en el tiempo, desde su origen a través de su desarrollo y especificación hasta su desarrollo y utilización subsecuentes y a través de períodos de refinamiento e iteración en cualquiera de sus fases. La *trazabilidad* incluye mantener la información de quién priorizó ciertos requisitos y por qué, con el objetivo de facilitar la verificación de requisitos. A veces los desarrolladores o líderes de proyectos acuerdan realizar modificaciones sin pensar cuidadosamente de las implicancias de las mismas. Un cambio en uno o más requisitos se puede tornar más complejo que lo anticipado, implementarse en un tiempo mayor, ser técnica o económicamente inviable, o entrar en conflicto con otros requisitos. Cada cambio en los requisitos consume recursos. De todas maneras todo cambio conlleva un proceso de reconocer sus implicancias a través de un proceso de elicitación continuo, de evaluación de riesgos en su ambiente operacional. La *trazabilidad* involucra técnicas y herramientas para control del impacto de cambios en diferentes partes del proyecto. Los típicos cambios en las especificaciones de requisitos incluyen además eliminar o agregar nuevos requisitos. El proceso para manejar los cambios así como el seguimiento de los mismos es considerado *obligatorio* porque ayuda a analizar los posibles impactos de los cambios.

La ingeniería de requisitos en entornos globales requiere el soporte de trabajo colaborativo, conocido como CSCW (Computer-Supported Cooperative Work), tomando en cuenta el comportamiento humano y el soporte técnico que la gente necesita para trabajar como un grupo distribuido. Muchas organizaciones han adoptado una estructura descentralizada, basada en grupos, cuyos miembros coordinan su trabajo y se comunican a través de tecnología informática. Groupware es el software utilizado para la comunicación y colaboración de grupos de trabajo. Las herramientas de grupo,

Característica Compuesta (Importancia)	Trazab. (M)	Part. Dist. (HD)	Herram. (D)	Exper. (D)	Asp. Cog. (HD)	Exper. Hum. (N)	NFR (D)
AGORA	3	0	3	3	0	3	0
AHP	0	0	5	5	0	3	3
Cost-Value	0	0	3	5	0	0	5
WinWin	3	5	5	5	0	3	5
QWinWin	3	0	3	5	0	3	3
Interd.Req	0	5	3	5	0	0	5
QFD	0	3	3	5	5	0	3
MPARN	3	0	5	3	0	3	3
VisT	3	3	5	3	0	3	0
GSP	0	0	3	0	3	0	0
PsySR	0	0	0	3	0	5	3

Tabla 3.13: Valores de las características compuestas

permiten una comunicación fluida entre grupos de software para desarrollar actividades de ingeniería de requisitos en forma geográficamente distribuida. Como los grupos son varios y heterogéneos el proceso que soporta *participantes distribuidos* se considera *altamente deseable* dado que es común que los participantes involucrados en un proyecto desarrollo de software se encuentren en escenarios distribuidos geográficamente.

Uno de los objetivos más importantes de la elicitación es descubrir qué necesidades deben ser resueltas e identificar de esta manera los límites del sistema. Estos límites definen, a alto nivel, cómo el sistema operará. La identificación y acuerdo de las limitaciones del sistema afecta todo el esfuerzo de elicitación: identificación de los participantes y clases de usuarios, de objetivos y tareas, y de los escenarios y casos de uso que dependen de cómo los límites son seleccionados. También toman en cuenta la experiencia humana de los desarrolladores y analistas. Los especialistas de requisitos están generalmente más familiarizados con la tecnología actual que los demás empleados pertenecientes al grupo de trabajo, y por lo tanto pueden especificar mejor las necesidades reales así como las posibles expectativas del proyecto basadas en

requisitos fijos. A veces los desarrolladores existentes no tienen la suficiente experiencia (o aquellos que la poseen son demasiados caros para proyectos específicos). De cualquier manera sería *interesante* tener métodos o procesos que no impliquen expertos o que necesiten de menor *experiencia humana*.

Para cada una de estas características compuestas, los valores (0,3,5) tienen los siguientes significados:

- *Trazabilidad*: “0” indica que no es posible determinar cuál participante o qué grupo de participantes priorizó cada aspecto; “3” indica que es posible determinar quién priorizó ciertos requisitos, pero no las razones de esa determinación y “5” se utiliza para aquellos métodos que guardan además las razones por las cuales cada participante o grupo priorizó determinados requisitos.
- *Participantes distribuidos*: “0” indica que los métodos no soportan un ambiente colaborativo (esto es que los participantes deben estar en el mismo lugar físico y en el mismo tiempo para poder realizar el proceso); “3” indica que los métodos son soportados por grupos distribuidos (el caso de el método de Visualización y QFD); y “5” indica que los métodos operan con participantes en un ambiente completamente colaborativo (este es el caso de los métodos de Doble beneficio y de Interdependencia de requisitos).
- *Experiencia Humana*: “0” se asigna a los métodos que requieren de mucha experiencia y una gran cantidad de entrevistas (o procesos muy largos en el tiempo); “3” es asignado a aquellos procesos que aunque no requieren de mucha experiencia humana, si necesitan gran cantidad de entrevistas para asegurar un mínimo éxito; y “5” es para procesos que no requieren de previa experiencia ni de muchas entrevistas (el caso de PsyPR)

En la Tabla 3.12 y la Tabla 3.14 se expresan las características compuestas y en la Tabla 3.13 en una escala ordinal con los valores de 0: *no soportado*; 3: *soportado moderadamente* 5: *fuertemente soportado*.

Se puede observar en la Tabla 3.13 que al menos tres de las características consideradas fundamentales (trazabilidad, participantes distribuidos y aspectos cognitivos) no son soportadas (o son soportadas en grado muy bajo) por los métodos analizados.

Cada característica está determinada por la importancia de la característica así como el valor soportado de esa característica. La Figura 3.17 muestra en forma gráfica

la representación de las sumas resultantes de los métodos de clasificación, con respecto a la Tabla 3.8 de valores asignados a las características simples. Para las características simples el valor máximo que puede ser asignado a un método en esta clasificación es 155, obtenido considerando la asignación de pesos de cada característica por 5. $(6+6+3+10+3+3) * 5$.

Tanto la Clasificación de características simples como la clasificación de características compuestas puede ser analizada desde dos puntos de vista: el primero considerando las características más significativas primero y el segundo de acuerdo a la suma de los pesos relativos.

Analizando la información detallada, el método a descartar es *PsySR* debido a que no posee ninguna de las características previamente mencionadas. Resumiendo, esta clasificación utilizaría tres niveles. En el primer nivel se encontraría el método *AGORA*, dado que soporta características obligatorias (M) y altamente deseables (HD). Los métodos *AHP*, *Costo-Valor*, *Doble Beneficio Cuantitativo*, también estarían en este nivel dado que tienen alguna característica M y algunas características HD. En el siguiente nivel se encontrarían los métodos *Doble Beneficio*, *Interdependencia de Requisitos* y *MPARN*; y en el tercer nivel se encontrarían *GSP*, *de Visualización* y *QFD* (los cuales no poseen características HD).

En el caso de las características compuestas, el primer análisis es más difícil de realizar, dado que se analizan los valores agregados de las mismas. De esta manera, tomamos en consideración sólo la suma de los pesos relativos. En general todos los métodos de clasificación tienen valores que difieren en gran parte de los óptimos. Definimos cuatro rangos donde clasificaremos a los métodos considerando la suma de los valores relativos: Nivel 1 (160-100), nivel 2 (99-66), nivel 3 (65-38), y el cuarto nivel (37-0). En esta clasificación resulta el método de *Doble Beneficio*, seguido en el siguiente nivel por el método de *Doble Beneficio Cuantitativo*, *Interdependencia de Requisitos*, *QFD*, *MPARN*, y de *Visualización*. Ubicamos *AGORA*, *AHP* y de *Costo-Valor* en el tercer nivel. En el último nivel y con valores realmente muy bajos los métodos *GSP* y *PsySR*.

La suma de los valores de todos los métodos, combinando las Tablas 3.8 y 3.13 , aparece en la Tabla 3.15.

Podríamos realizar una comparación total con todos estos gráficos y tablas en mente. La Figura 3.20 muestra gráficamente los porcentajes totales obtenidos por todos los métodos en relación con el valor máximo posible. Ejemplo: El valor máximo posible es 315, que representaría el 100 %, los valores que se visualizan.

	Trazabilidad (M)	Participantes Distribuidos (HD)	Experiencia Humana (N)
AGORA	Permite mantener información de quién priorizó qué requisito utilizando la matriz de preferencia. Pero no mantiene la razón por la cual priorizó.	No	Aunque no requiere de mucha experiencia, si necesita de gran cantidad de entrevistas.
AHP	El proceso involucra un resumen de todos los participantes. Y no mantiene información sobre cada participante en particular.	No	Aunque no necesita mucha experiencia, necesita varias entrevistas para coordinar los valores relativos entre los participantes.
Cost-Value	No mantiene información de quién considero cada requisito importante ni por qué.	No	Las entrevistas son necesarias para coordinar los valores relativos entre los participantes y para revisar los diagramas de costo-valor.
WinWin	Es posible conocer qué participantes priorizaron qué objetivos pero no la razón.	Si, está diseñado para ser utilizado en ambientes virtuales colaborativos.	Aunque requiere de muchas entrevistas, no requiere de mucha experiencia.
QWinWin	Se puede determinar cuáles participantes priorizaron ciertos objetivos, pero no por qué.	No, este método se alimenta de la coparticipación de los participantes para considerar nuevos requisitos.	Aunque no requiere de mucha experiencia, necesita si de gran cantidad de entrevistas.
Interd Req	No mantiene información de quién asignó cada prioridad ni por qué.	Si, ya que los participantes eligen los productos en forma independiente	Necesita experiencia para realizar el proceso en forma exitosa
QFD	No mantiene ningún tipo de información de los participantes.	La naturaleza geométrica de los procesos permite trabajar mejor con grupos aislados	Necesita experiencia para realizar el proceso exitosamente.
MPARN	Si, como en el método de Doble Beneficio, es posible diferenciar quiénes priorizaron ciertos requisitos. Pero no el porqué.	No	Similar al método de Doble Beneficio. No requiere de mucha experiencia.
VisT	Aunque se conocen las diferentes prioridades asignadas para cada requisito son conocidas, no es posible saber quiénes asignaron cada prioridad ni por qué.	Si, los autores trabajan igualmente para mejorar este ítem.	Aunque no necesita de mucha experiencia, necesita varias entrevistas para negociar las prioridades.
GSP	No. Como se aúna el criterio de todos los participantes. No registra el criterio de cada uno en particular.	No	Necesita de mucha experiencia y muchas entrevistas para determinar los objetivos y habilidades para cada usuario.
PsySR	No, Como el criterio de todos los participantes debe converger, no registra quién priorizó cada requisito	No.	No necesita experiencia, solo la obtenida en dos o tres días de entrenamiento.

Tabla 3.14: Características compuestas restantes

La Figura 3.21 muestra los totales respecto a las características más destacadas referenciadas - éstas son las consideradas *muy deseables* y *obligatorias*. La Figura 3.21 muestra las deficiencias de trazabilidad y participantes distribuidos.

Los métodos para priorizar requisitos, en la mayoría de los casos, no poseen aspectos cognitivos, soportan parcialmente participantes geográficamente distribuidos y no determina quién priorizó algún requisito, tampoco mencionan por qué los priorizaron.

En la Tabla 3.13 se expresan las características compuestas en una escala ordinal con los valores de 0: *no soportado*; 3: *soportado moderadamente* 5: *fuertemente soportado*.

Se puede observar en la Tabla 3.8 que al menos tres de las características consideradas fundamentales (trazabilidad, participantes distribuidos y aspectos cognitivos) no son soportadas (o son soportadas en grado muy bajo) por los métodos analizados.

Cada característica está determinada por la importancia de la característica así como el valor soportado de esa característica. La Figura 3.17 muestra en forma gráfica la representación de las sumas resultantes de los métodos de clasificación, con respecto a la Tabla 3.8 de valores asignados a las características simples. Para las características simples el valor máximo que puede ser asignado a un método en esta clasificación es 155, obtenido considerando la asignación de pesos de cada característica por 5. $(6+6+3+10+3+3) * 5$.

Tanto la Clasificación de características simples como la clasificación de características compuestas puede ser analizada desde dos puntos de vista: el primero considerando las características más significativas primero y el segundo de acuerdo a la suma de los pesos relativos.

Analizando la información detallada, el método a descartar es *PsySR* debido a que no posee ninguna de las características previamente mencionada. Resumiendo, esta clasificación utilizaría tres niveles. En el primer nivel se encontraría el método *AGORA*, dado que soporta características obligatorias (*M*) y altamente deseables (*HD*). Los métodos *AHP*, *Cost-Value*, *QWinWin*, también estarían en este nivel dado que tienen alguna característica *M* y algunas características *HD*. En el siguiente nivel se encontrarían los métodos *WinWin*, *Interd.Req* y *MPARN*; y en el tercer nivel se encontrarían *GSP*, *VisT* y *QFD* (los cuales no poseen características *HD*).

En el caso de las características compuestas, el primer análisis es más difícil de realizar, dado que se analizan los valores agregados de las mismas. De esta manera, tomamos en consideración sólo la suma de los pesos relativos. En general todos los métodos de clasificación tienen valores que difieren en gran parte de los óptimos.

	Características Simples	Características Compuestas	Suma
WinWin	95	108	203
AGORA	140	51	191
QWinWin	125	66	191
AHP	125	42	167
Cost-Value	125	39	164
Interd.Req.	95	69	164
MPARN	95	66	161
QFD	50	81	131
VisT	50	75	125
GSP	65	27	92
PsySR	0	23	23

Tabla 3.15: Valores totales

Definimos cuatro rangos donde clasificaremos a los métodos considerando la suma de los valores relativos: Nivel 1 ($160-100$), nivel 2 ($99-66$), nivel 3 ($65-38$), y el cuarto nivel ($37-0$). En esta clasificación resulta el método de *WinWin*, seguido en el siguiente nivel por el método de *QWinWin*, *Interd.Req.*, *QFD*, *MPARN*, y *VisT*. Ubicamos *AGORA*, *AHP* y *Cost-Value* en el tercer nivel. En el último nivel y con valores realmente muy bajos los métodos *GSP* y *PsySR*.

La suma de los valores de todos los métodos, combinando las Tablas 3.8 y 3.13 , aparece en la Tabla 3.15.

Podríamos realizar una comparación total con todos estos gráficos y tablas en mente. La Figura 3.20 muestra gráficamente los porcentajes totales obtenidos por todos los métodos en relación con el valor máximo posible; por ejemplo, el valor máximo posible es 315, que representaría el 100 %, los valores que se visualizan.

La Figura 3.20 muestra los totales respecto a las características más destacadas referenciadas - éstas son las consideradas muy deseables y obligatorias. La Figura 3.21 muestra las deficiencias de trazabilidad y participantes distribuidos.

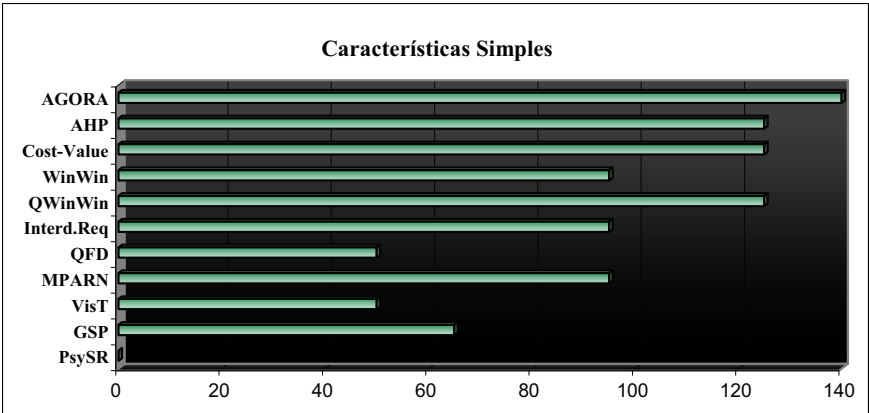


Figura 3.17: Gráfico de la suma de las características simples

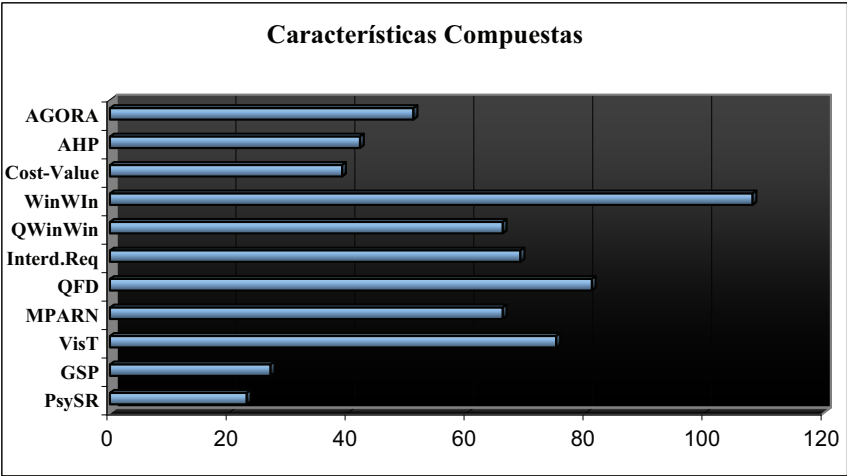


Figura 3.18: Gráfico de la suma de las características compuestas

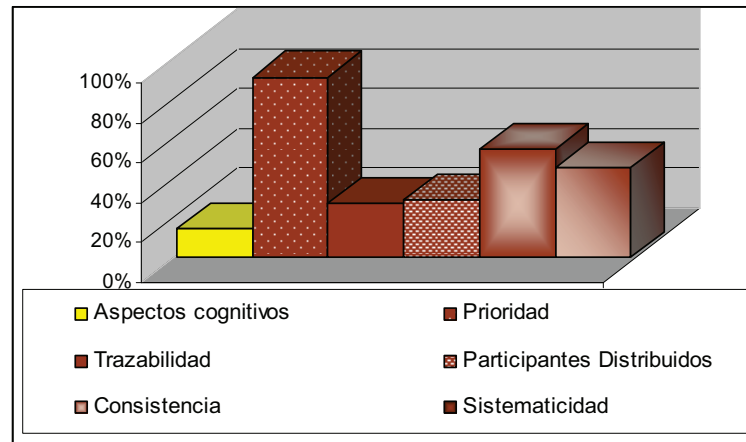


Figura 3.19: Aspectos cognitivos comparados con características destacadas

Los métodos para priorizar requisitos, en la mayoría de los casos, no poseen aspectos cognitivos, soportan parcialmente participantes geográficamente distribuidos y no determinan quién priorizó algún requisito, tampoco mencionan por qué los priorizaron.

Finalmente, veamos en más detalle cómo están presentes los aspectos cognitivos en las técnicas de priorización de requisitos. La Tabla 3.16 asigna los valores (0,3,5) de acuerdo a cómo utilizan las distintas técnicas los aspectos cognitivos, para ello damos los siguientes valores:

- “0” significa que los métodos no consideran las características cognitivas bajo ningún aspecto;
- “3” se indica a los métodos que consideran aspectos cognitivos aunque no los utilizan para en la ponderación de requisitos; y
- “5” indica los métodos donde los pesos de las percepciones de los participantes se pueden ajustar basándose en los perfiles de los participantes .

La Figura 3.19 compara aspectos cognitivos contra las características más destacadas. Otra manera de visualizar los aspectos más importantes es de acuerdo al acatamiento que tienen cada una de las características mencionadas en los métodos analizados, estimando el porcentaje en que están presentes. Vemos, por ejemplo que la mayoría (90.91 %) de los métodos estudiados resuelven cómo obtener prioridad en los requisitos mientras que sólo una porción pequeña (27.27 %) resuelve la trazabilidad en los requisitos.

Por todo lo analizado, para mejorar el proceso de priorización de requisitos, nuestra propuesta consiste en profundizar la inclusión de características cognitivas.

	Aspectos Cognitivos (HD)	Valor
AGORA	Ninguno	0
AHP	Ninguno.	0
Cost-Value	Ninguno	0
WinWin	Ninguno	0
QWinWin	Ninguno	0
Interd.Req	Considera el estado de cada stakeholder	0
QFD	Considera el estado político de los participantes	5
MPARN	Ninguno	0
VisT	Ninguno	0
GSP	Si, pero no se utiliza como peso en la mediación. Es una de las características más destacables	3
PsySR	Considera características de expresión de los participantes	0

Tabla 3.16: Aspectos cognitivos

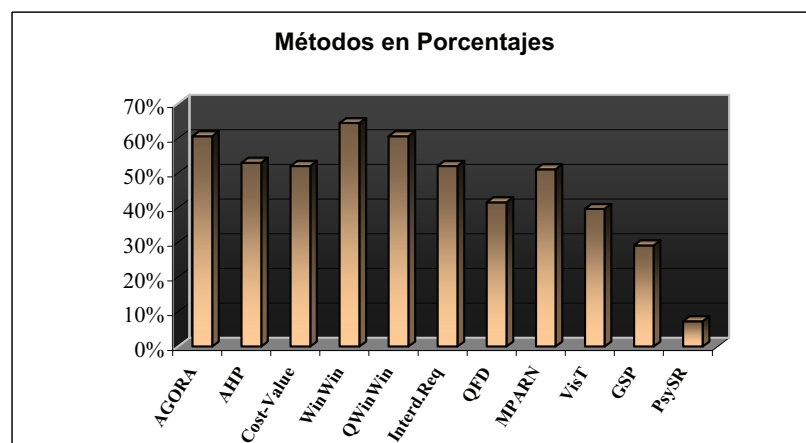


Figura 3.20: Valores totales en porcentajes

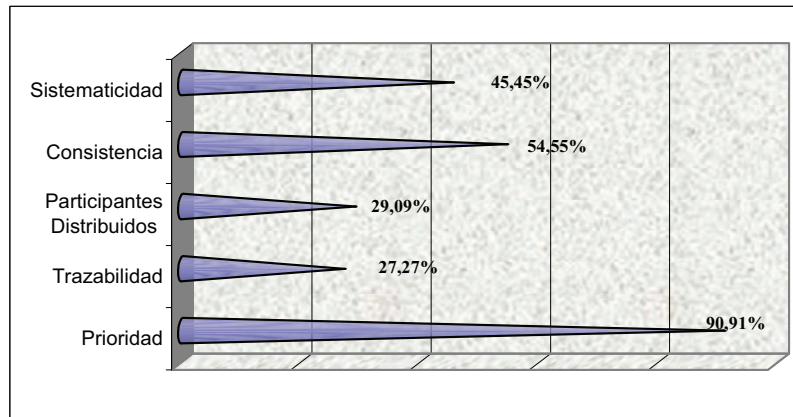


Figura 3.21: Características más destacadas

Nos inclinamos por aspectos cognitivos, no desde el punto de vista de la adquisición del conocimiento, sino de las características de los participantes a ser analizadas a la hora de definir estrategias de priorización.

Capítulo 4

Propuesta

En este capítulo se propone una manera para ponderar requisitos de software usando técnicas cognitivas; para ello se elabora una estrategia basada en la definición de un proceso de priorización de requisitos que categorice preferencias de los stakeholders en forma semiautomática de manera que puedan incluirse en el proceso de priorización de requisitos.

La temática encarada profundiza no sólo cuestiones teóricas, sino que lleva al campo de la aplicación un espacio aún no resuelto definitivamente y que es necesario abordar científicamente: la definición de requisitos software relacionada en gran medida a las preferencias de los stakeholders como aspectos fundamentales de la negociación. La realidad de los desarrollos de software es que existe una brecha importante entre lo que realmente considera el stakeholder y lo que verdaderamente será el producto final, por lo cual tratando de resolver este problema, esta estrategia considera la influencia que ejercen las características personales en los procesos de priorización de requisitos.

Introducción

En esta sección se presentará nuestra propuesta cuyo objetivo corresponde al objetivo principal de esta tesis, presentado en el Capítulo 1 :

Definir una estrategia que describa un proceso sistemático para la priorización de requisitos, basada en el análisis de las características del equipo participante, y destinado a mejorar la percepción de los stakeholders y, como consecuencia, el proceso de elicitación de requisitos.

En función de ese objetivo, la propuesta ha sido diseñada para aplicarse en

situaciones donde un conjunto de stakeholders deben interactuar para entender y priorizar requisitos. Para la conceptualización de la propuesta se consideraron los siguientes factores:

- El proceso de elicitación de requisitos es una actividad principalmente social, en la cual la comunicación es crucial en la mayoría de las tareas, por ejemplo para resolver problemas, informar, monitorizar, construir relaciones, tomar decisiones y coordinar [Paasivaara, 2003].
- En los procesos de elicitación de requisitos, los stakeholders tienen diferentes expectativas con respecto al sistema a desarrollar, ya sea por opiniones diferentes o por conflicto de intereses. Esto es debido a que basados en un mismo criterio, cada stakeholder determina para cada concepto un valor preferencial diferente, de acuerdo a sus necesidades y conocimientos. En particular, y considerando requisitos de un sistema o desarrollo, las diferencias entre stakeholders llevan a conflictos que deben subsanarse. Los conflictos suelen producirse por diferencias tanto en interpretaciones de requisitos (por ausencias, inconsistencias o diferencias) como en consideraciones sobre la importancia de cada requisito [Kaiya et al., 2005].
- La importancia de las características cognitivas de los stakeholders durante las etapas de la ingeniería de requisitos [Nuseibeh y Easterbrook, 2000, Browne y Ramesh, 2002].

4.1. Marco Metodológico

Nuestra propuesta, denominada RePriM, (*Requirements Prioritization Method*) agrega funcionalidad al marco propuesto por [Christel y Kang, 1992], pero a diferencia de dicho marco está enfocada desde el punto de vista del desarrollador. El marco de Christel tiene definida cinco etapas, de las cuales RePriM extiende las etapas de Recolección de datos, Captura requisitos, Priorización de requisitos, Integración y Validación de requisitos, lo que puede visualizarse en la Figura 4.1.

Para poder realizar la comparación entre ambos enfoques, enumeramos las actividades que deben realizarse en cada una de las etapas para evidenciar las nuevas actividades propuestas, lo que puede ser visto en la Tabla 4.1. Como puede observarse en dicha tabla las diferencias principales radican en:

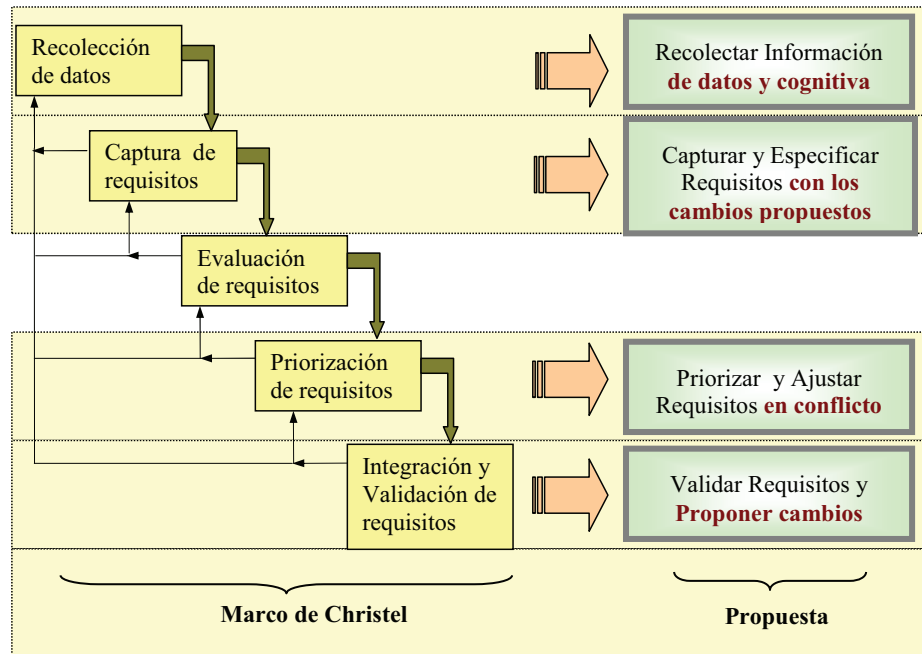


Figura 4.1: Concordancia entre RePriM y el marco de Christel

- La recolección de información: RePriM agrega a las tareas descritas por Christel todo lo referido a preferencias cognitivas de los stakeholders y preferencias y sobre técnicas de elicitación.
- La captura y clasificación de requisitos: RePriM recomienda la utilización de técnicas de elicitación acorde al perfil cognitivo de los stakeholders.
- Priorización de requisitos: RePriM detecta posibles conflictos y trata de resolverlos utilizando valuaciones y perfiles cognitivos de los stakeholders.
- La integración y validación de los datos: RePriM propone modificar tanto los requisitos como las técnicas de elicitación utilizadas.

RePriM puede resumirse en un diagrama base, denominado Diagrama 0. Dicho diagrama se compone de flechas que varían su significado de acuerdo a la dirección de las mismas. Las entradas son visualizadas como flechas provenientes del lado izquierdo, las restricciones se ven en la parte superior al diagrama, los recursos se visualizan en la parte inferior y la salida, a la derecha. El diagrama 0 puede verse en la Figura 4.2 donde el proceso recibe como entrada:

Actividades	Marco de Cristel	Extensión propuesta
Recolectar información.	Identificar los expertos del dominio, el dominio y los modelos arquitectónicos. Estimar restricciones de costo/implementación definidas.	Recolección de las preferencias cognitivas. Recolección de técnicas de elicitación.
Captura y clasificación de requisitos.	Clasificar las listas de objetivos de acuerdo a funcional, no funcional, el ambiente y restricciones de diseño, también según las particiones definidas por el modelo de dominio y el paradigma de desarrollo (ejemplo descomposición funcional top-down u orientado a objetos).	Utilización en lo posible de técnicas preferidas, evaluando si la especificación debe ser extendida o no.
Evaluación de requisitos	Desarrolla la evaluación de riesgo, la dirección técnica, el costo y distribución de horarios (esto incluye costo/beneficio filtrando el análisis de factibilidad basado en la tecnología disponible),	
Priorización	Priorizar requisitos basados en el costo y dependencia. Estudiar cómo el sistema se puede ir agrandando, identificando modelos arquitectónicos apropiados que soporten desarrollo incremental	Detección de posibles conflictos y la forma de resolverlos utilizando pesos y preferencias de los stakeholders.
Integración y Validación	Resolver conflictos (chequeo de consistencia).	Proponer cambio tanto de los requisitos como de las técnicas de elicitación.

Tabla 4.1: Actividades detalladas de ambos enfoques

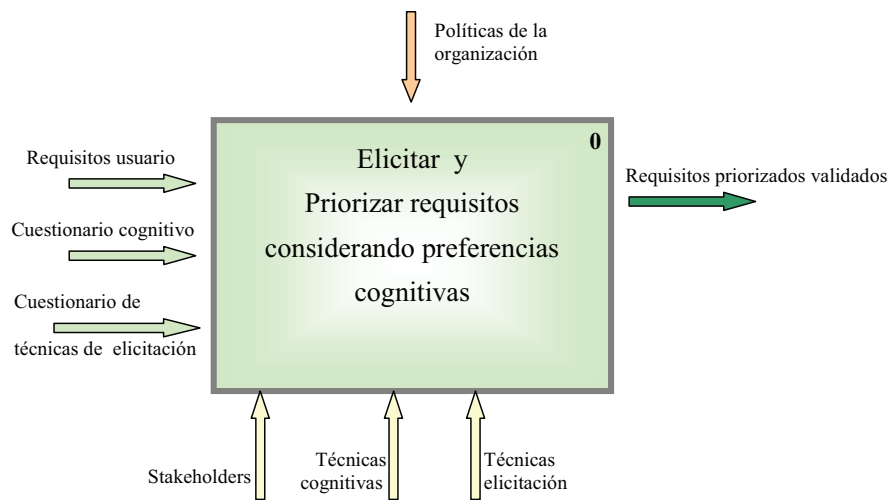


Figura 4.2: Diagrama 0 - RePriM

- Requisitos del usuario: son los objetivos y las necesidades tanto del usuario como de los clientes que un desarrollo de software debe cumplir.
- Cuestionarios cognitivos: son cuestionarios referidos a preferencias cognitivas de las personas respecto de un modelo cognitivo determinado.
- Cuestionarios de técnicas de elicitación: son los cuestionarios referidos a un grupo de técnicas de elicitación determinadas.

Todo el proceso va a estar limitado por las políticas de la organización que son un conjunto de normas, códigos y leyes ya definidas y que se deben respetar en cada organización.

Los recursos considerados son:

- Stakeholders: son las personas que participan del proceso de elicitación.
- Técnicas cognitivas: son las herramientas utilizadas para obtener preferencias cognitivas respecto a un modelo cognitivo preestablecido.

La salida del proceso es el conjunto de requisitos priorizados y validados de tal manera de evitar conflictos entre los stakeholders.

Al desagregarse el Diagrama 0, como puede verse en la Figura 4.3, obtenemos el primer nivel de desagregación; pero para una mayor legibilidad en este diagrama no

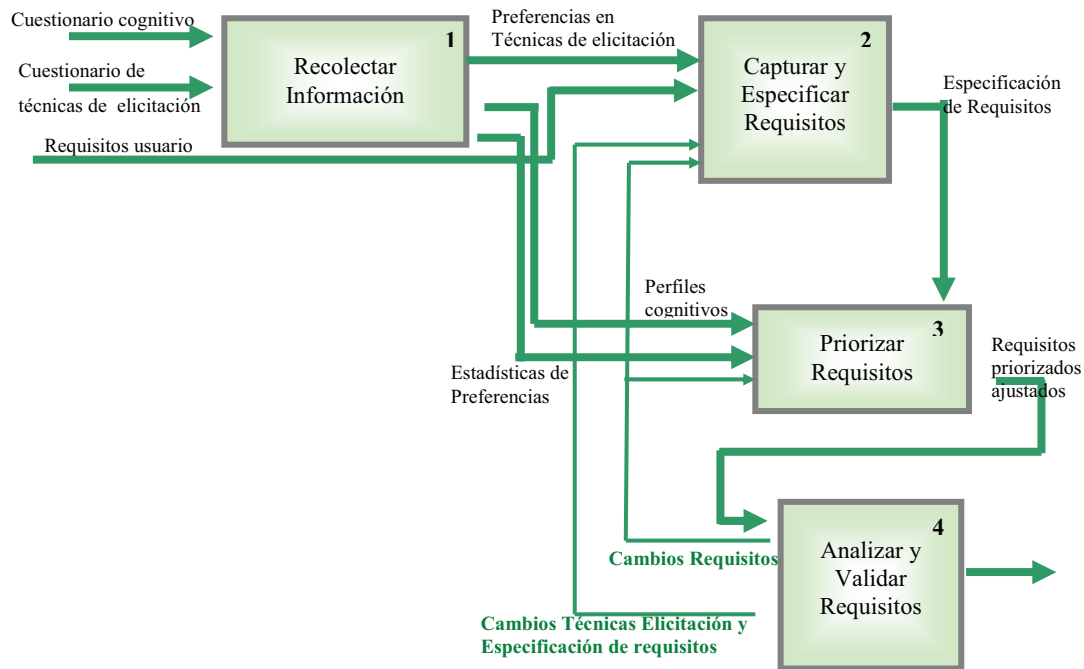


Figura 4.3: Desagregación del Diagrama 0

están presentes los recursos (flechas inferiores) ni las restricciones (flechas superiores) aunque las mismas se mantienen a lo largo de todo el diagrama.

Las secciones siguientes describen cada una de las etapas del proceso en mayor detalle.

4.2. Etapa I

Con el objetivo de conocer todo lo posible acerca de las personas y del entorno en el cual se desarrolla el proceso de elicitación de requisitos así como del sistema que ha de construirse, y/o de las reformas que se deseen realizar a un sistema ya existente, se ha dividido la recolección de información en:

1. Las características del sistema que se va a implementar y el entorno donde éste deberá ejecutarse.
2. Información referida a los stakeholders que formarán parte del proceso de elicitación de requisitos del sistema (analistas, clientes, usuarios, expertos en el dominio).

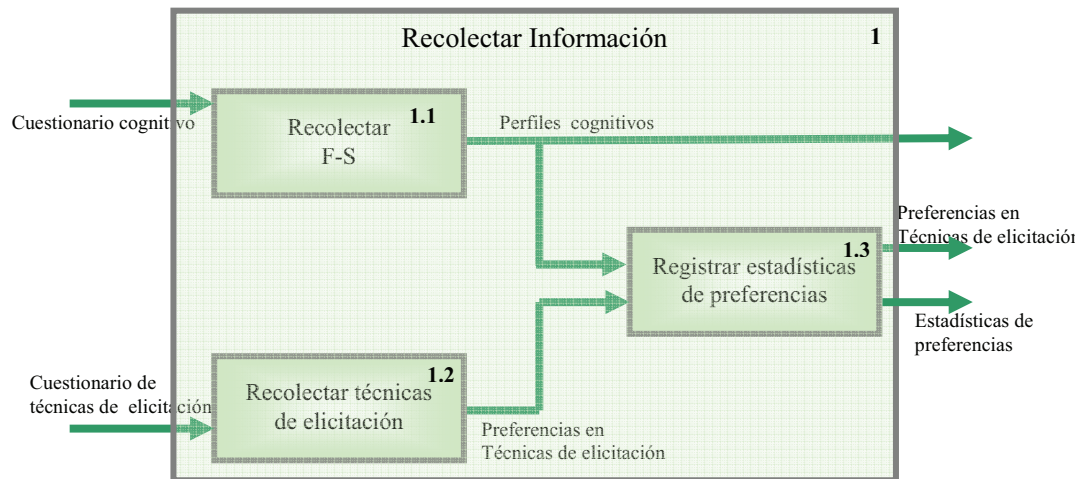


Figura 4.4: Desagregación del Diagrama -Etapa I

El primer punto se corresponde con el proceso Recolección de Datos de la Figura 4.1, por lo cual no especificaremos más al respecto, en cambio detallaremos el segundo punto, esquematizado en la Figura 4.4, y sobre el cual mencionaremos los formularios y cuestionarios correspondientes.

Las entradas de este proceso son:

- Cuestionarios de estilos cognitivos: herramienta ILS del modelo de F-S que puede accederse por la web.
- Cuestionario de preferencias y características personales y técnicas de elicitación preferidas. Este cuestionario está enfocado para poder determinar tanto preferencias por técnicas de elicitación, como posicionamiento dentro de la empresa.

El proceso recolecta toda la información referida a las características personales, preferencias, conocimientos, estilos cognitivos, y nivel jerárquico de cada stakeholder, armando por un lado los perfiles cognitivos de los stakeholders (1.1), generando las preferencias de esos estilos cognitivos respecto a un conjunto de técnicas de elicitación (1.2) y construyendo estadísticas de estas preferencias (1.3).

Las salidas de esta etapa son:

- Perfiles cognitivos de cada una de las personas pertenecientes a la organización sobre la que se recolectó información.

- Preferencias en técnicas de elicitación y en especificación de requisitos.
- Estadísticas de preferencias armando una base de datos de preferencias de personal correspondiente a la organización.

4.3. Etapa II

A partir de esta etapa los requisitos de usuario se clasifican de acuerdo a si son o no funcionales, el ambiente de diseño y restricciones, como está definido en la etapa de captura de requisitos de la Tabla 4.1.

La Figura 4.5 muestra la segunda etapa desagregada.

Las entradas de este proceso son:

- Requisitos del usuario: definición de objetos, funciones o estados con los límites asociados a esos objetos, funciones o estados y las relaciones entre sí.
- Preferencias en técnicas de elicitación: si bien la captura se puede realizar utilizando diferentes técnicas, en nuestra propuesta existen técnicas predefinidas acordes a los stakeholders para la elicitación de requisitos, y son estas técnicas las etiquetadas como “Preferencias en Técnicas de Elicitación” dentro un conjunto de técnicas posibles. RePriM considera como posibles técnicas aquellas más utilizadas por los expertos [Hickey y Davis, 2003a], que son entrevistas, cuestionarios, análisis de documentación existente, lluvia de ideas, prototipación, etnografía, modelado.
- Cambios en los requisitos: modificaciones necesarias de los requisitos o cambios de requisitos (agregar nuevos requisitos y eliminar otros). Estas entradas son producto de resultados de evaluaciones de futuras etapas.
- Cambios sobre técnicas de elicitación: en caso de que se precisen nuevas técnicas de elicitación a realizar, estas técnicas también son producto de resultados de evaluaciones de etapas que veremos a continuación.
- Cambios sobre especificación de requisitos: en caso de que se precisen nuevas SRSs producto también de evaluaciones de etapas que veremos a continuación.

Esta etapa no varía esencialmente del marco de Christel, donde se obtienen los requisitos mediante técnicas de elicitación (2.1), se realiza la especificación de los

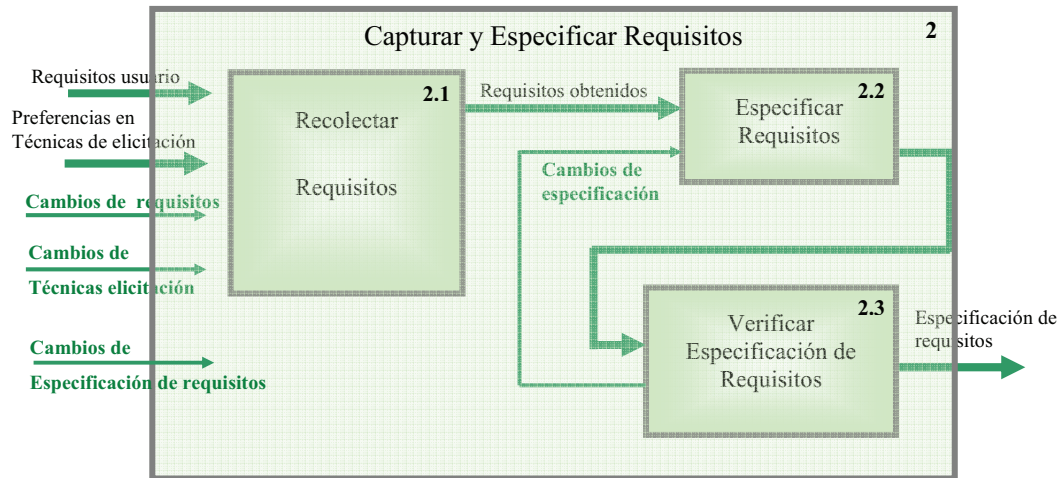


Figura 4.5: Desagregación del Diagrama - Etapa II

mismos (2.2), la cual posteriormente será verificada (2.3), las modificaciones necesarias serán los “Cambios en la especificación” y modificarán la especificación de requisitos (2.2), hasta verificar que sea la adecuada (2.2), iterando hasta finalizar el proceso. El aporte fundamental de esta etapa radica en la consideración de los cambios propuestos tanto en los requisitos como en las técnicas de elicitación de la retroalimentación producto de otras etapas.

La salida del proceso es la especificación de requisitos producto de todas las modificaciones realizadas.

4.4. Etapa III

La etapa más extendida fue la de priorización de requisitos, por lo cual será la que más se detallará. Como puede observarse en la Figura 4.6 la información de entrada se divide en:

- SRS (especificación de requisitos de software): en la cual está definido en forma precisa el producto de software que se va a construir y sobre la cual se definen las prioridades de los requisitos.
- Cambios en los requisitos: consiste tanto en modificaciones sobre los requisitos existentes como generación de nuevos requisitos.

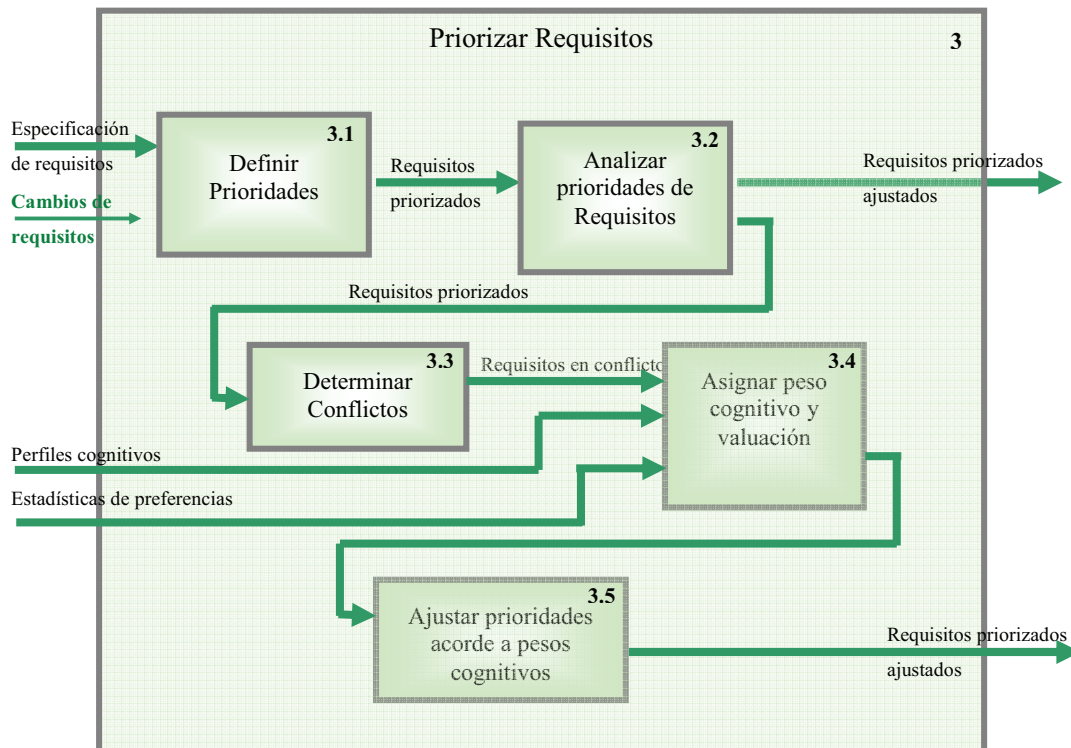


Figura 4.6: Desagregación del Diagrama - Etapa III

- Perfiles cognitivos: producto de la etapa I, Figura 4.4.
- Estadísticas de preferencias: también producto de la etapa I.

En esta etapa de acuerdo a la SRS, se definen prioridades a los requisitos (3.1), las cuales se analizan (3.2) pudiendo estar en el orden adecuado según el punto de vista de los analistas o pueden surgir conflictos entre los requisitos (3.3). A esta altura los conflictos que mencionamos sólo se establecen en base a diferencias de prioridades de acuerdo a la opinión de los stakeholders y no sobre el significado de los requisitos, los que fueron analizados en el proceso de “Verificar Especificación de Requisitos” (2.3) , correspondiente al esquema de la Figura 4.5 .

Los requisitos son priorizados basados en múltiples criterios. Sobre los requisitos en conflicto se trata de llegar a un consenso que se define a partir de valuaciones de los stakeholder pesadas por un valor cognitivo asignado a cada uno de los stakeholder lo que se realiza en el proceso de asignación de peso cognitivo y valuación (3.4). De acuerdo a las preferencias de los stakeholders obtendremos su tendencia con respecto

a las técnicas de elicitación.

Llegamos así a una nueva ponderación que llamaremos *carga cognitiva* la cual determina el grado de “satisfacción” del stakeholder por la técnica que se utilizó para elicitar tales objetivos. Sin embargo, por más que el stakeholder se sienta “a gusto” con la técnica de adquisición del requisito, si éste no ha comprendido correctamente dicho requisito, su opinión no va a tener el mismo peso que la de otro individuo que sí lo haya comprendido y analizado. Entonces, incorporamos una nueva valuación que será el *peso cognitivo*; que representa el grado de acuerdo de un stakeholder sobre un requisito determinado y depende de su perfil cognitivo.

Finalmente, el *peso cognitivo* de cada stakeholder estará dado por el perfil cognitivo del stakeholder en relación a la técnica de elicitación utilizada y el valor de cada requisito en conflicto estará influenciado por las valuaciones de todos los stakeholders. Las valuaciones mencionadas darán origen al proceso de ajuste de prioridades (3.5).

La salida de esta etapa son los requisitos priorizados ajustados que hayan tenido conflictos (salida del proceso 3.5) o que no hayan tenido conflictos (salida del proceso 3.2) .

4.5. Etapa IV

Esta etapa, Figura 4.7, es la que reporta realmente los beneficios, ya que de esta etapa salen los cambios necesarios para mejorar todo el proceso.

La entrada a este proceso es el conjunto de requisitos priorizados ajustados, producto de la etapa previa esquematizada en la Figura 4.6.

Esta etapa analiza y valida estos requisitos priorizados (4.1). Producto de la validación surgirán problemas en los requisitos ya sea en la definición de los mismos o la necesidad de mayor correctitud en la especificación, por lo que se deben ir detectando los cambios necesarios (4.2) para resolver los problemas suscitados.

Luego de analizar y validar los requisitos, la salida de este proceso estará conformada por:

- Requisitos priorizados validados: son los requisitos que no requieren cambios de ninguna índole.
- Cambios detectados en los requisitos
- Cambios de técnicas utilizadas (incorporación de técnicas) para la obtención de los requisitos.

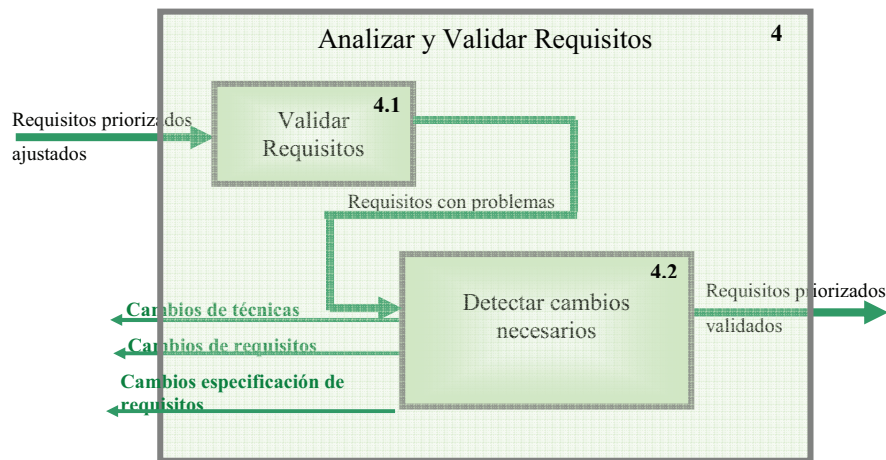


Figura 4.7: Desagregación del Diagrama - Etapa IV

4.6. Detalle de los Procesos

Para clarificar los procesos, la descripción de cada una de las etapas se realiza en base a un caso particular en la especificación de requisitos (orientación por objetivos) aplicado a un caso de estudio.

Los objetivos son metas del sistema, y debido a que como los objetivos finales de cualquier técnica orientada por objetivos conforman el conjunto de requisitos vamos a referirnos a los objetivos en forma análoga a requisitos de software.

La salida de un grupo de técnicas orientada a objetivos (como ejemplo [Anton, 1996, Dardenne et al., 1993, Kaiya et al., 2002, Lamsweerde, 2004]) es un grafo AND-OR de descomposición de objetivos. En este caso el grafo de descomposición de objetivos formará parte de la “Recolección de Requisitos” (2.1), correspondiente a la Figura 4.5 de la etapa II.

Si bien esta metodología puede ser utilizada en todos los objetivos, en aplicaciones de gran envergadura se podría considerar, con más criterio, sólo aquellos objetivos en conflicto. También sirve para, considerar la prioridad de los objetivos en los casos de los objetivos OR, definiendo cuál implementar primero e incluso decidiendo la no implementación de algún objetivo. Otra opción podría ser la decisión de desarrollar ciertos objetivos en versiones posteriores de un determinado desarrollo.

En este ejemplo en particular utilizamos AGORA [Kaiya et al., 2002] que es una versión extendida de las técnicas de análisis de requisitos orientadas por objetivos (GORA). Algunas de las técnicas GORA, basadas en descomposición de objetivos,

dan como resultado un grafo AND-OR de objetivos. Dentro de estas técnicas los objetivos pueden ser descompuestos partiendo de una serie de objetivos iniciales que son las necesidades básicas del cliente; luego estos objetivos se van descomponiendo en subobjetivos en lo que se denomina descomposición AND (cuando se deben cumplir todos los subobjetivos para que se satisfaga el objetivo padre) y descomposición OR (el objetivo padre se satisface cuando se satisfacen cualquiera de sus subobjetivos). En particular utilizamos una extensión de esta técnica que sobre el grafo de descomposición de objetivos AND-OR añade valores de contribución a las aristas del grafo de objetivos y matrices de preferencia a algunos nodos. Previo a la utilización de la técnica detallaremos las características más destacadas.

Las características específicas incorporadas en AGORA son:

- Valor de Contribución: es un valor numérico adosado a una arista y expresa el grado de contribución del objetivo con respecto a la concreción del objetivo padre conectado. Puede ser un valor entero entre -10 y 10. Cuanto mayor es el valor, mayor es la contribución que provee el subobjetivo. Si el subobjetivo es conectado a una arista teniendo un valor muy alto de contribución, será el candidato a ser elegido como sucesor de este objetivo padre. El valor 0 implica que el subobjetivo no representa contribución alguna en el nodo padre, y, en este caso, esa arista no se dibuja.
- Matriz de preferencia es una matriz añadida a un nodo, y mantiene el grado de preferencia del objetivo para cada stakeholder. Cada stakeholder no sólo define el valor de preferencia para sí mismo sino que estima el valor de preferencia de los otros stakeholders. La fila de una matriz de preferencia es el valor definido por un stakeholder correspondiente a cada uno de los restantes stakeholders asignados a las otras columnas. Cada valor de la diagonal principal de la matriz corresponde al valor de preferencia de un stakeholder estimado para sí mismo.

En la Figura 4.8 podemos observar los objetivos que son las elipses; vemos que el objetivo B se descompone mediante descomposición-AND, mientras que el objetivo D lo hace mediante descomposición-OR. Los valores de contribución son los que vemos en las aristas de todos los objetivos mientras que sólo el objetivo I y el objetivo H presentan matrices de preferencia.

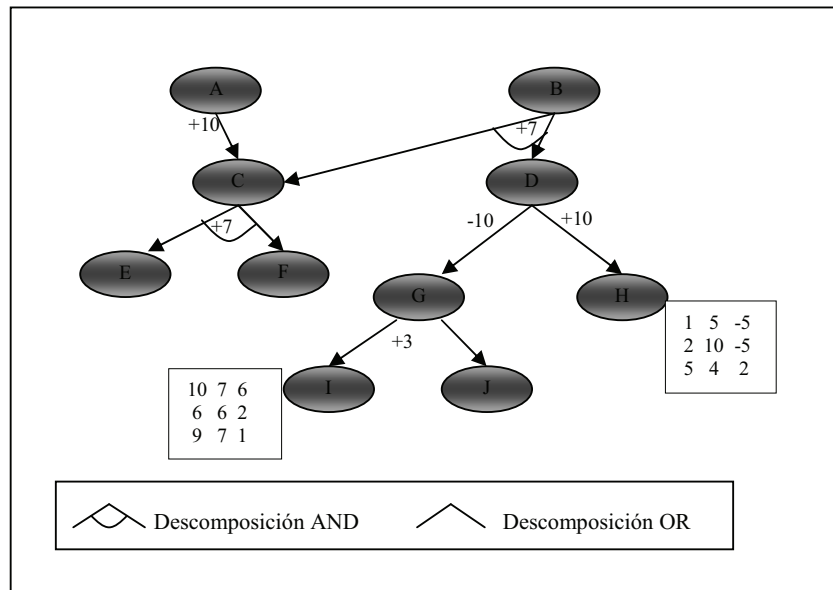


Figura 4.8: Grafo de Objetivos de AGORA

4.6.1. Contexto de descripción

Veamos la metodología RePriM aplicada mediante AGORA a la Inscripción del Impuesto a los Ingresos Brutos de Neuquén en Rentas de la Provincia de Neuquén.

Objetivo Principal: El objetivo principal del sistema es “Inscribir una persona física o jurídica en ingresos brutos para ejercer una actividad”, para lo cual se requiere de cierta documentación propia inicial de acuerdo al tipo de persona. El sistema debe calcular el monto fijo a pagar de acuerdo a la actividad del negocio/servicio, luego se debe llenar un formulario de acuerdo al monto de los ingresos y se inscribe el impuesto a ingresos brutos. Desde ese momento todos los meses se debe pagar a mes vencido un porcentaje de acuerdo al monto de facturación de la empresa o actividad.

A continuación veremos la realización de cada una de las etapas de RePriM dentro de este contexto.

4.6.2. Recolectar Información

En esta etapa (Tabla 4.3 proceso 1) se realizan las actividades basadas en dos grupos de trabajo:

- Los stakeholders que formarán parte del grupo de desarrollo.

- Un grupo más extenso de personas para conformar las estadísticas de preferencias propias de la organización, que puede o no ser parte del grupo de desarrollo.

Previo a detallar cada uno de los pasos correspondientes a esta etapa, describiremos el dominio de definición tanto de F-S como de las técnicas de elicitación.

El dominio de definición (*DDV*) del modelo Felder & Silverman está determinado de la siguiente manera:

$$DDV_{ModeloF-S} = \{Perceptivo-Intuitivo, Visual-Verbal, Activo-Reflexivo, Secuencial-Global\}$$

Cada persona estará caracterizada en función de cuatro valores que pertenecientes a cada división del modelo.

$$Persona = (pred1, pred2, pred3, pred4), \quad \text{donde: } pred1 \in DDV_{Activo-Reflexivo} \\ \text{and } pred2 \in DDV_{Perceptivo-Intuitivo} \\ \text{and } pred3 \in DDV_{Visual-Verbal} \\ \text{and } pred4 \in DDV_{Secuencial-Global}$$

A su vez están definidas tres categorías de predominancia

$$Categorías = \{fuerte, moderado, suave\}$$

Para cada variable definida anteriormente necesitamos determinar su dominio y para ello utilizaremos las categorías mencionadas. Las abreviaturas de la combinación de ambos dominios estarán formadas por las letras *F*, *M*, *L*, correspondientes a las categorías y la abreviatura de la subcategoría. Así las etiquetas posibles para la variable Perceptivo-Intuitivo serían:

- *FPe* = Muy perceptivo,
- *Pe* = Moderadamente perceptivo,
- *LPe* = Levemente perceptivo,
- *LIn* = Levemente intuitivo,
- *MIn* = Moderadamente intuitivo,
- *FIN* = Muy intuitivo.

Siguiendo este mismo esquema, para el resto de las variables de entrada Visual-Verbal, Activo-Reflexivo, Secuencial-Global el conjunto de valores serán:

$$DDV_{Activo-Reflexivo} = \{FAc, MAc, LAc, LRe, MRe, FRe\}$$

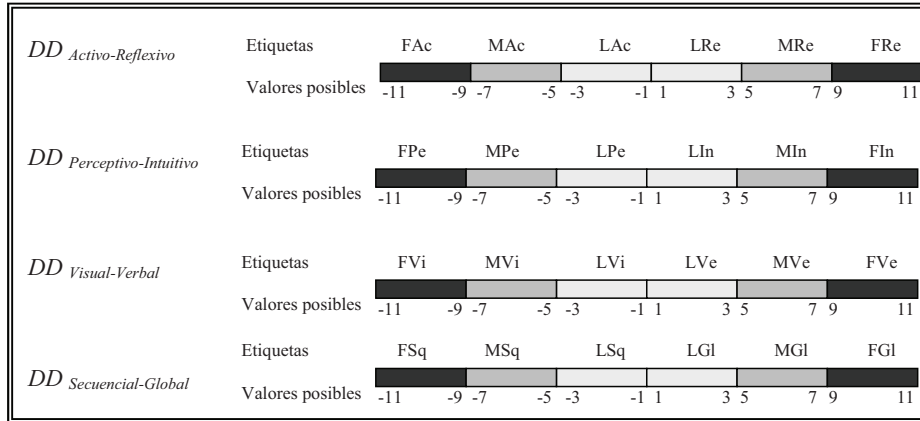


Figura 4.9: Etiquetas y valores según índice ILS

$$DDV_{\text{Perceptivo-Intuitivo}} = \{FPe, MPe, LPe, LIn, MIn, FIn\}$$

$$DDV_{\text{Visual-Verbal}} = \{FVi, MVi, LVi, LVe, MVe, FVe\}$$

$$DDV_{\text{Secuencial-Global}} = \{FSq, MSq, LSq, LGl, MGl, FGl\}$$

La figura 4.9 muestra la relación existente entre los valores obtenidos por el índice ILS y las etiquetas.

Ejemplos de caracterizaciones de personas pueden ser:

- $p1 = (FAc, MPe, LVi, FGl)$, lo que significa que la persona $p1$ es fuertemente activa, moderadamente perceptiva, levemente visual y fuertemente global.
- $p2 = (FRe, LIn, FVe, FSq)$, la persona $p2$ es fuertemente reflexiva, levemente intuitiva, fuertemente verbal y fuertemente secuencial.
- $p3 = (FAc, FPe, LVi, LGl)$, la persona $p3$ es fuertemente activa, fuertemente perceptiva, levemente visual y levemente global.

Para la generación de preferencias en técnicas de elicitación (Tabla 4.4 proceso 1.3) es necesario definir el dominio de definición de las posibles técnicas, el cual está definido como:

$$DD_{\text{Técnica_Elicitación}} = \{Int, Prot, Br, CU, Doc, Mod\}$$

Donde:

Int corresponde a *Entrevistas*

Prot corresponde a *Prototipación*

Br corresponde a *Braimstorming*

CU corresponde a *Casos de Uso*

Doc corresponde a *Documentación escrita*

Mod corresponde a *Modelos*

4.6.2.1. Recolectar F-S

Para recolectar dicha información (Tabla 4.4 proceso 1.1) se utiliza una herramienta que se encuentra disponible en una página de la web ¹ y que puede ser consultada en el Apéndice.

Recolectar técnicas de elicitación Para recolectar las técnicas de elicitación (Tabla 4.4 proceso 1.2) utilizamos un formulario diseñado para tal fin, el cual requiere ser contestado completamente en forma individual, dividido en: preferencias F-S (Figuras 4.10 y 4.15), datos personales (Figura 4.11), experiencia en el uso de técnicas de elicitación (Figura 4.12), preferencias sobre técnicas de elicitación (Figuras 4.13 y 4.14).

Para la determinación de preferencias, si la cantidad de personas que realizan los cuestionarios es relativamente pequeña, puede pasar que para algunas técnicas no se pueda obtener el valor preferido al no ser consideradas ni preferidas ni inapropiadas por personas con fuerte preferencia por una categoría. Por lo que se necesita que la cantidad de personas sea extensa. En particular se prefiere que la determinación de preferencias se realice con perfiles variados en edad, conocimientos técnicos e informáticos, utilizando también personas que trabajan en dominios con organización similar.

4.6.2.2. Registrar estadísticas de preferencias

Las estadísticas de preferencias se realizan en dos etapas bien diferenciadas. La primera, cuando se obtienen las preferencias predominantes de cada técnica de elicitación teniendo como base el comportamiento de cada persona, y la segunda, cuando las preferencias se analizan estadísticamente en conjunto con una muestra grande de personas agrupando características similares.

Por lo tanto las estadísticas pueden ser:

- Puntuales: Se registra qué persona prefirió determinadas técnicas de elicitación.

Esta tabla tiene identificada unívocamente a la persona y las técnicas de

¹<http://www.engr.ncsu.edu/learningstyles/ilsweb.html>

Cuestionario para determinar Perfiles Cognitivos

Este cuestionario sirve para identificar los perfiles cognitivos de cada persona.

Para sacar el mayor provecho de este cuestionario pedimos que responda el mismo en forma individual

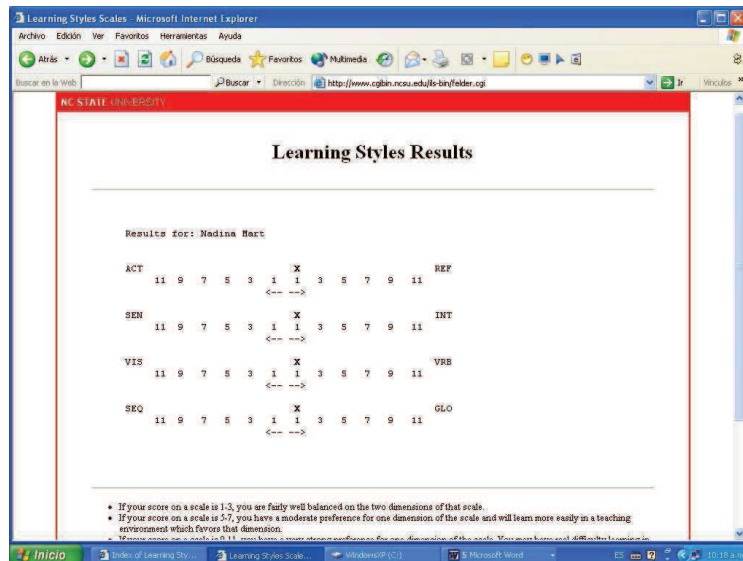
El cuestionario se divide en tres partes: datos personales y experiencia, perfil cognitivo y preferencias en técnicas de elicitación.

Antes de contestar lea detenidamente todo el documento

Responde el cuestionario siguiendo estas instrucciones:

Lea las siguientes instrucciones y luego ejecute los pasos en el orden establecido.

- ✚ Complete los datos personales – [IR a Datos Personales](#)
- ✚ Complete el cuestionario de Felder-Silverman para determinar el estilo de aprendizaje suyo. Al terminar el cuestionario verá el resultado de una manera similar a la siguiente pantalla



- ✚ Conteste el cuestionario de estilos de aprendizaje – [IR a determinar su Estilo de Aprendizaje](#)
- ✚ Copie la pantalla resultado mediante la función de su PC. – [IR a guardar resultados](#)
- ✚ Guarde este documento, como *Rtado_ApellidoNombre*, donde *ApellidoNombre* indica su nombre y apellido y súbalo a la plataforma.

Figura 4.10: Cuestionario para detectar preferencias - pag1

I. Datos Personales

Apellido y nombre:
Email:

Edad:
Hasta 25 - de 26 a 35 - de 36 a 45 Más de 45

Organización donde trabaja:

Tipo de trabajo:
Conducción (Jefe de área, gerente) - Administrativo - Técnico

Figura 4.11: Cuestionario para detectar preferencias - pag2

elicitación preferidas, no necesita ningún tratamiento especial.

- Generales: Que son las que conforman las tablas de referencia, se vuelven más exactas a medida que más casos se registren en la tabla.

Las estadísticas puntuales no requieren de ningún tratamiento en particular, en cambio las estadísticas generales necesitan una explicación más detallada.

Estadísticas generales La organización debe generar una tabla de valores según preferencias y técnicas de elicitación, aplicando el índice ILS (modelo F-S) sobre un grupo de personas. El ingreso de valores a la tabla se realiza considerando los casos extremos, en los cuales las personas poseen características muy definidas, esto es las personas que pertenecen a las categorías fuertes o moderadas de cualquier subcategoría del modelo F-S.

Sobre estos casos se calcula la inclinación por medio de porcentajes y sumatorias: se suman los porcentajes de las personas con fuerte o moderada preferencia que consideraron una técnica determinada dentro de las técnicas preferidas y se restan los porcentajes con fuerte o moderada preferencia que consideran a dicha técnica como inapropiada, dejando sin considerar los casos para los cuales la técnica es indiferente a aquellas personas con preferencias suaves.

La estadística de preferencias genera un valor estipulado para todas las técnicas de elicitación evaluadas de acuerdo a las preferencias fuertes en un grupo de personas. Al terminar el análisis de acuerdo a las predominancias, tendremos valores para cada una de las técnicas de elicitación.

Una vez generadas las estadísticas de preferencias, éstas quedarán con valores que

II. Experiencia

1- De acuerdo a la siguiente escala de experiencia complete las próximas tablas, marcando en cada fila sólo una opción (la que considere más adecuada):

Ninguna	Poca	Alguna	Bastante	Mucha
1	2	3	4	5

En tipos de desarrollos

	1	2	3	4	5
Indique cuál considera es el grado de experiencia en proyectos de software	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Conteste las próximas 5 preguntas sólo en caso contar con algún tipo de experiencia (sin importar su tipo)

Marque la opción más adecuada:

	1	2	3	4	5
Experiencia en técnicas de elicitación en general	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Para las siguientes actividades marque su tipo de experiencia:

Actividades

	1	2	3	4	5
Encuestas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Entrevistas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Cuestionarios	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Torbellino o lluvia de ideas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Análisis de documentación escrita (manuales, etc)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Análisis de gráficos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Prototipación	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Utilización de casos de uso	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Modelado (Diagramas UML u otros)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Análisis de Objetivos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Priorización de requerimientos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

3

Figura 4.12: Cuestionario para detectar preferencias - pag3

III. Preferencias

Considere la siguiente tabla:

No Preferida	Inapropiada	Indiferente	Preferida	Muy Preferida
1	2	3	4	5

2- Indique el número de preferencia de cada una de las actividades que se detallan

- ✓ Encuestas,
- ✓ Cuestionarios,
- ✓ Torbellino o lluvias de ideas,
- ✓ Análisis de documentación escrita,
- ✓ Análisis de Gráficos,
- ✓ Prototipación,
- ✓ Casos de uso,
- ✓ Modelado
- ✓ Análisis de Objetivos,
- ✓ Priorización de requerimientos.

Trate de contestar las próximas preguntas lo más detallado posible

3-¿Considera que la utilización de más de una técnica de elicitación es mejor a la utilización de una técnica en particular? ¿Por qué?

4-¿Con qué técnica/s supone que se sentiría más cómodo para trabajar?

4

Figura 4.13: Cuestionario para detectar preferencias - pag4

5-¿Cuál es la razón por la que supone prefiere trabajar con las técnicas mencionadas?

6-¿Cuál técnica no utilizaría y porqué?

Modificar *Seguir*

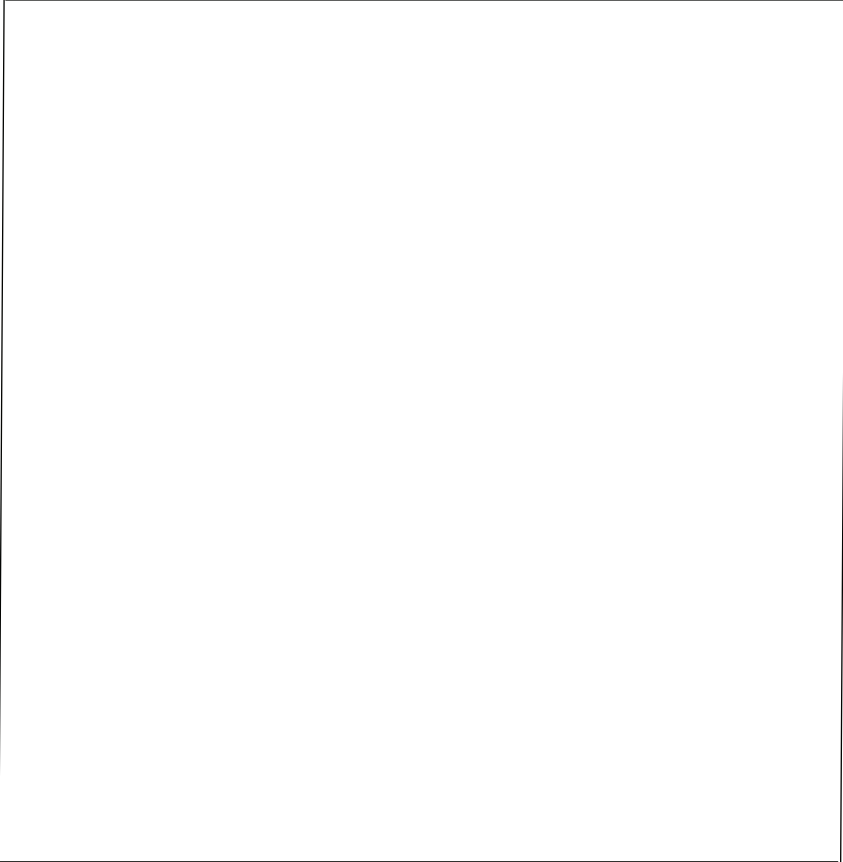
5

Figura 4.14: Cuestionario para detectar preferencias - pag5

Resultados Obtenidos sobre el perfil cognitivo

Pegue aquí los resultados obtenidos del perfil cognitivo.....

Resultados del test:



[Volver al cuestionario](#)

6

Figura 4.15: Cuestionario para detectar preferencias - pag6

podrán ser utilizados por distintos proyectos dentro de la organización. En el momento que se decida, los valores pueden ser regenerados.

Dicho de otra manera el valor en cognitivo para las personas con categoría fuerte o moderada “ FM_c ” correspondiente a una técnica de elicitación tec está dado por la formula:

$$V(FM_c[tec_j]) = \frac{1}{n} (\sum_{i=1}^n FM_c[+tec_j] - \sum_{i=1}^n FM_c[-tec_j]),$$

donde $[+tec_j]$ significa preferencia por la técnica de elicitación “ j ”,

$[-tec_j]$ significa rechazo por dicha técnica de elicitación.

y $FM_c[tec_j]$ significa personas con preferencias fuertes o moderadas en la categoría c para la técnica de elicitación j .

Pasos para determinar un valor en la tabla de preferencias: Supongamos que de 300 entrevistas realizadas unas 100 personas sean *fuerte o moderadamente reflexivas*, de esas 100 personas 70 consideraron que *Cuestionarios* era una técnica preferida, y 30 personas no la prefirieron. De esas 30 personas 9 personas la consideraron indiferente, 1 la desconocía y las otras 20 personas la consideraron inapropiada.

Entonces en nuestro análisis las 200 personas que no tienen predominio reflexivo no se consideran al determinar el valor de las diferentes técnicas de elicitación para esa subcategoría, ya que en caso de que prefieran ciertas técnicas elicitación, esta preferencia no está influenciada por esa subcategoría.

En este caso el valor de preferencia se calcula:

Predominancia: *Reflexivo*

- Técnica de elicitación: *Cuestionarios*
- Valor: $+ 70/100 - 20/100 = 0.7 - 0.2 = 0.5$

Si 150 personas de las mismas 300 consultadas son fuerte o moderadamente visuales, independientemente que alguna tenga también predominancia reflexiva, también serán contadas para determinar los valores de las técnicas de elicitación para la subcategoría visual, ya que más de una subcategoría pueden influir en la preferencia o rechazo por alguna técnica de elicitación.

La estadística de preferencias genera un valor estipulado para todas las técnicas de elicitación evaluadas de acuerdo a las preferencias fuertes y moderadas en un grupo

Predominancia	Técnica de elicitación	Valor
Activo	Casos de Uso	0.53
	Documentación	0.78
	Entrevistas	0.27
	Prototipación	0.41

Visual	Casos de Uso	0.83
	Documentación	0.65
	Entrevistas	0.42
	Prototipación	0.26

Tabla 4.2: Ejemplo de Tabla de Preferencias

de personas, como muestra el ejemplo de la Tabla 4.2. En ese ejemplo mostramos personas fuerte o moderadamente activas y visuales con valores determinados para cuatro técnicas de elicitación.

4.6.3. Capturar y Especificar Requisitos

En esta etapa del proceso, Figura 4.5, se obtienen los requisitos, los cuales se agrupan por categorías y se organizan en subconjuntos. Se estudia cada requisito en relación con el resto, se examinan los requisitos en su consistencia, completitud y ambigüedad, y se clasifican en base a las necesidades de los clientes/usuarios.

En la práctica, para sistemas grandes y complejos, es casi imposible cumplir los requisitos de consistencia y completión. Los problemas emergen después de un análisis profundo, por eso es natural que las revisiones lleven a cambios que deben realizarse actualizando la SRS.

4.6.3.1. Recolectar Requisitos

Para la captura de requisitos (2.1) se obtienen los requisitos, los cuales se agrupan por categorías en funcionales y no funcionales y se organizan en subconjuntos, se estudia cada requisito en relación con el resto, se examinan los requisitos en su

consistencia, completitud y ambigüedad, y se clasifican en base a las necesidades de los clientes/usuarios. Para esta etapa se puede utilizar una técnica de elicitación o más de una en forma complementada.

RePriM agrega la propuesta de cambios en las técnicas de elicitación que se obtiene como resultado de la iteración del proceso.

4.6.3.2. Especificar Requisitos

Nuevamente el aporte de RePriM en la especificación de requisitos (2.2) es la propuesta de la manera en que puede realizarse para que sea más comprensible y cómodo a los clientes/usuarios. El analista debe incorporar los cambios propuestos por RePriM en la SRS.

4.6.3.3. Verificar Especificación de Requisitos

La especificación de requerimientos funcionales de un sistema debe estar completa y ser consistente. En esta etapa (2.3) se verifica la completitud (que todos los servicios solicitados por el usuario están definidos). RePriM no varía la manera de realizar esta actividad, ni los resultados generados por la misma.

4.6.4. Priorizar requisitos

Por ser la etapa en la que más aportes realiza RePriM, ver Figura 4.6, vamos a detallarla a partir del grafo de objetivos realizado utilizando AGORA donde el conjunto de subobjetivos conformará los requisitos del sistema. Es importante destacar que para que este aporte sea más detallado presentamos en la Figura 4.16 el modelo de grafo AGORA extendido con RePriM mediante un diagrama UML, donde se puede visualizar clases y asociaciones agregadas como ranking cognitivo asociado a técnica de elicitación, o la preferencia cognitiva asociada al stakeholder, el cual puede evaluar o no un objetivo.

4.6.4.1. Definir prioridades

En un grafo AGORA la definición de prioridades (3.1) de los objetivos tienen estrecha relación con los valores de contribución. Dentro de nuestro ejemplo de aplicación, considerando la Figura 4.17 correspondiente a la parte del grafo AND/OR en un momento específico, podemos ver que la prioridad de “Brindar información via web” (+10) es mayor a la prioridad de “Brindar información vía mesa de ayuda” (+9).

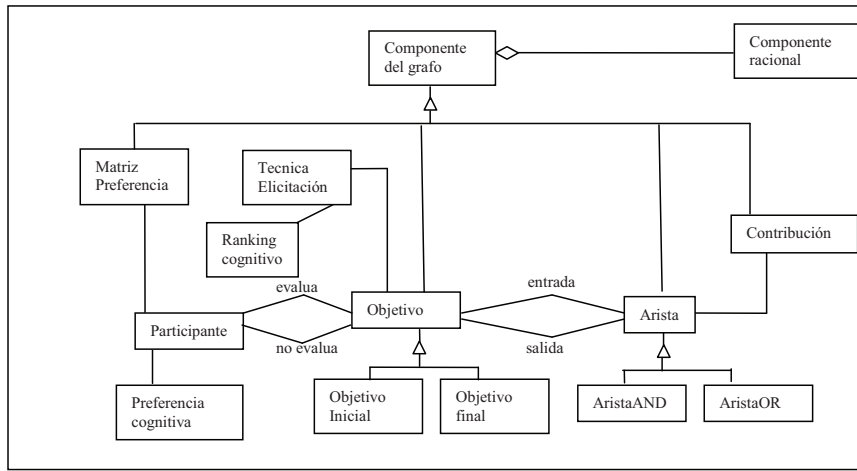


Figura 4.16: UML del grafo de acuerdo a la propuesta

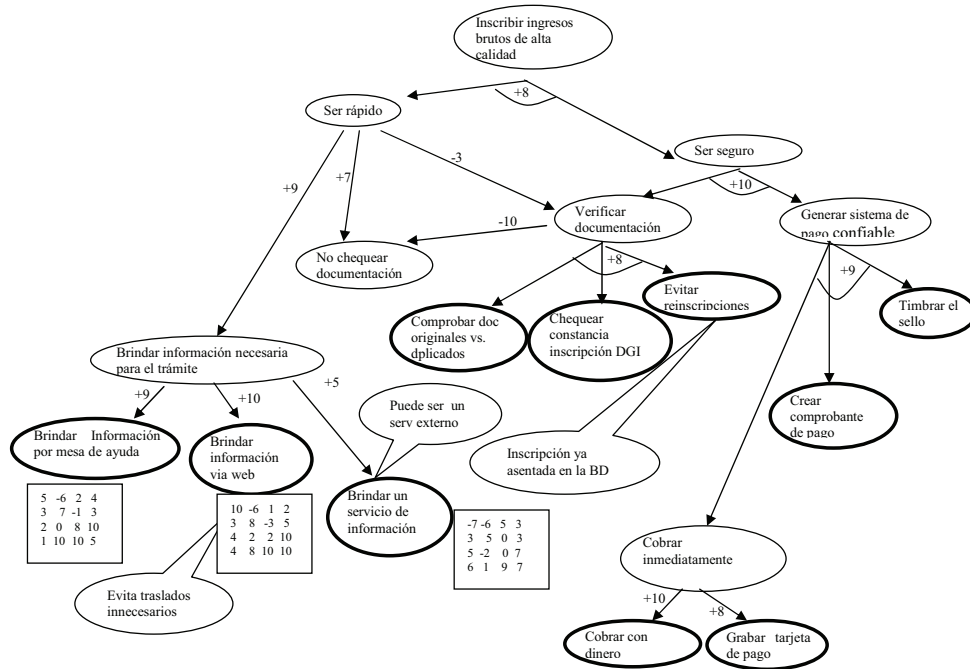


Figura 4.17: Grafo de Objetivos del ejemplo de Aplicación

4.6.4.2. Analizar prioridades de Requisitos

En esta etapa (3.2) se analizan si las prioridades están bien evaluadas de acuerdo al grado de entendimiento de los objetivos. En el ejemplo de aplicación podríamos analizar si realmente para “Verificar la documentación” se necesita “Comprobar documentos originales versus duplicados”, “Chequear constancia de Inscripción DGI” y “Evitar reinscripciones”; o si “Cobrar con dinero efectivo” es más prioritario a “Cobrar con tarjeta de pago”

Los requisitos que luego de analizarse no hayan tenido ningún inconveniente, conformarán el conjunto de *Requisitos priorizados ajustados*; por el contrario los restantes *Requisitos priorizados* tendrán nuevos ajustes.

4.6.4.3. Deteminar Conflictos

Para esta etapa (3.3) consideramos los dos tipos de conflictos: entre objetivos, y entre stakeholders sobre un determinado objetivo.

En nuestro ejemplo de aplicación, el primer tipo de conflicto aparece entre los objetivos “*verificar documentación*” y “*no chequear documentación*”, donde la arista que conecta los dos objetivos tiene un valor de contribución (-10) . El segundo tipo de conflicto aparece en el objetivo “Brindar un servicio de información”, donde los elementos de la diagonal de la matriz muestran que el analista le asigna un valor muy pequeño (-7) y el cliente un valor muy grande (7) .

En los casos de objetivos en conflicto, se resuelven los conflictos primero y posteriormente se añaden los vectores. Una de las maneras de resolver el primer tipo de conflicto podría ser eliminar el objetivo “*No chequear documentación*”, ya que para este objetivo la arista que lo conecta con un objetivo padre tiene el valor 7 y la otra tiene valor -10 .

En el caso del segundo tipo de conflicto, una manera de resolverlo podría ser subdividir este objetivo en nuevos subobjetivos. El objetivo “*brindar información necesaria para el trámite*” tiene como subobjetivos “*brindar información por mesa de ayuda*”, “*brindar información vía Web*” y “*brindar un servicio de información*”. De acuerdo a los valores de los subobjetivos, se puede considerar qué requisitos pueden implementarse en una etapa posterior del proyecto. Esto también puede ser considerado a partir de las matrices de preferencia añadidas a los nodos finales mencionados.

De acuerdo a esto, otra forma de identificar conflictos entre stakeholders analizando la varianza de los elementos de la diagonal de la matriz, dado que la matriz de

preferencia incluye el grado de preferencia de cada stakeholders. Cuando el analista encuentra una varianza muy grande en los elementos de la diagonal de una matriz, existe la posibilidad de conflictos sobre dicho objetivo. Si la varianza es mayor a una cierta cota, el analista deberá realizar el análisis racional, y deberá explorar las causas de este desentendimiento. En estos casos los stakeholders principales deberán negociar la resolución del mismo.

Como resultado de esta etapa obtendremos los requisitos en conflicto, los cuales se utilizarán en la etapa siguiente.

4.6.4.4. Asignar peso cognitivo y valuación

La etapa de asignación de peso cognitivo (3.4) recibe la lista de los requisitos en conflicto, sobre los cuales se van a determinar las valuaciones asignadas por cada stakeholder; y éstas conjuntamente con los pesos cognitivos de los stakeholders conformarán el valor final de los requisitos.

Podemos distinguir dentro de este proceso, tres subprocesos que deben ser realizados por el analista en conjunto o no con los stakeholders:

- Asignación de las técnicas de elicitación utilizadas para cada objetivo (realizado sólo por el analista)
- Determinación de los pesos cognitivos de stakeholder (realizado sólo por el analista)
- Valuación de cada stakeholder para cada uno de los objetivos en conflicto (realizado por el analista en conjunto con el stakeholder)

Veremos en detalle cada uno de los tres subprocesos:

Asignación de técnicas de elicitación para cada objetivo Ahora, siguiendo nuestro ejemplo de aplicación, extendemos la Figura 4.17 del grafo de objetivos adosando las técnicas de elicitación utilizadas para elicitar cada uno de los objetivos considerados, como puede verse en la Figura 4.18 .

Cada nodo del grafo de objetivos está etiquetado con un rectángulo amarillo, el cual especifica la técnica de elicitación utilizada para elicitar un objetivo específico.

Aquellos objetivos que no tienen proceso de elicitación, se considerarán con la misma técnica que la de su objetivo-padre, como ejemplo el objetivo “Brindar información por mesa de ayuda” no tiene ninguna técnica de elicitación adosada por lo cual utiliza las

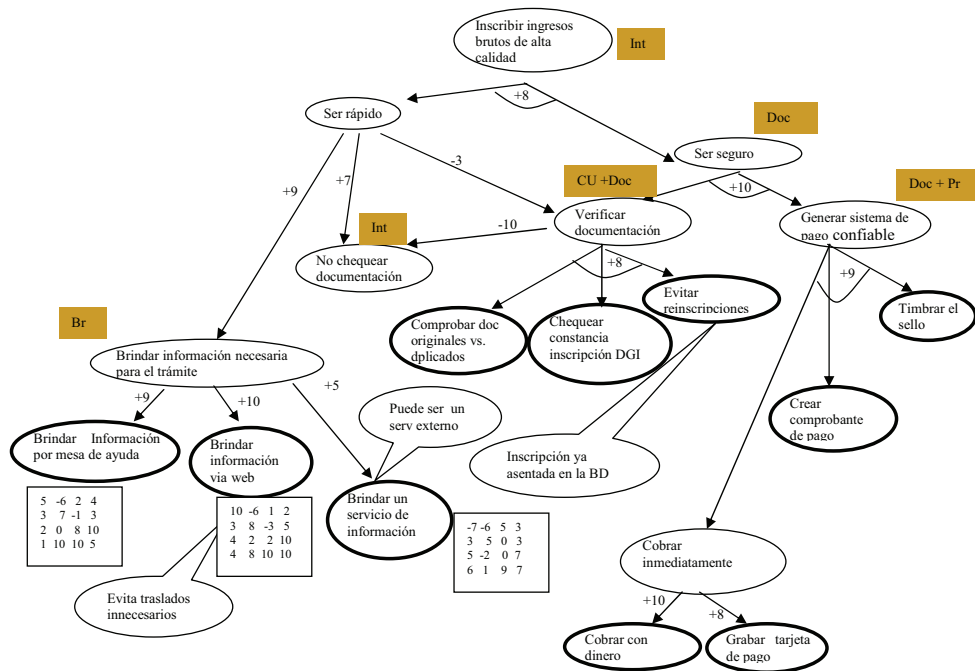


Figura 4.18: Grafo de Objetivos con Técnicas de Elicitación utilizadas

técnicas del objetivo padre “Brindar información necesaria para el trámite”. Si tienen más de un objetivo padre, o si difieren en algo al objetivo padre, este subobjetivo deberá tener adosado la técnica de elicitación utilizada.

Los objetivos pueden ser adquiridos por una o más técnicas. En este último caso las técnicas son separadas mediante el operador “+”, como ejemplo podemos observar el objetivo “Verificar Documentación” que utiliza dos técnicas de elicitación (Casos de Uso y Documentación).

Las técnicas presentes en este grafo están mencionadas son las definidas en la Tabla 4.3.

Determinación del peso cognitivo Para esta etapa, referenciada en la Figura 4.4 proceso 1.3), se deben considerar dos aspectos: en base a quiénes se obtienen las preferencias y cómo se determinan.

En base a quienes se obtienen las preferencias. El peso cognitivo está en estrecha relación con el entendimiento y comunicación entre los stakeholders. Como la negociación debe ser realizada considerando varios stakeholders, el problema radica en cómo se seleccionarán las preferencias de los mismos, o bien a quién se considerará con

Abreviatura	Técnica de elicitación
Br	Lluvia de Ideas
Doc	Documentación escrita/gráficos
Int	Entrevistas
Pr	Prototipación
CU	Casos de Uso

Tabla 4.3: Técnicas de elicitación utilizadas en el ejemplo

mayor relevancia para dicha selección.

A tal efecto se estudiaron posibles variantes:

- la primera [Hickey y Davis, 2003b] da mayor preponderancia a las preferencias del analista,
- la segunda [Aranda et al., 2005] considera más importante las preferencias en común de la mayoría y
- la tercera considera sólo las preferencias más marcadas [Aranda et al., 2005] , dejando sin efecto las demás preferencias.

Preferencias del analista La función selectora de Hickey & Davis [Hickey y Davis, 2003b] se basa en las preferencias del analista. El problema de esta función de selección es que puede suceder que los stakeholders en general se sientan incómodos con esta preferencia, y por ende la comunicación no sea óptima, lo que traería como consecuencia resultados poco satisfactorios.

Como ejemplo supongamos que el analista sea, de acuerdo al índice ILS, levemente reflexivo, y fuertemente verbal, por lo que preferiría escuchar opciones, tal vez por medio de entrevistas o lluvia de ideas. Pero si los stakeholders tienen fuerte preferencia visual y son fuertemente activos, las preferencias entre el analista y el segundo grupo se contraponen, con lo que stakeholders y analista no se sentirán cómodos. El resultado no será tan confiable como si la elicitación se hubiera realizado con técnicas más acordes al grupo.

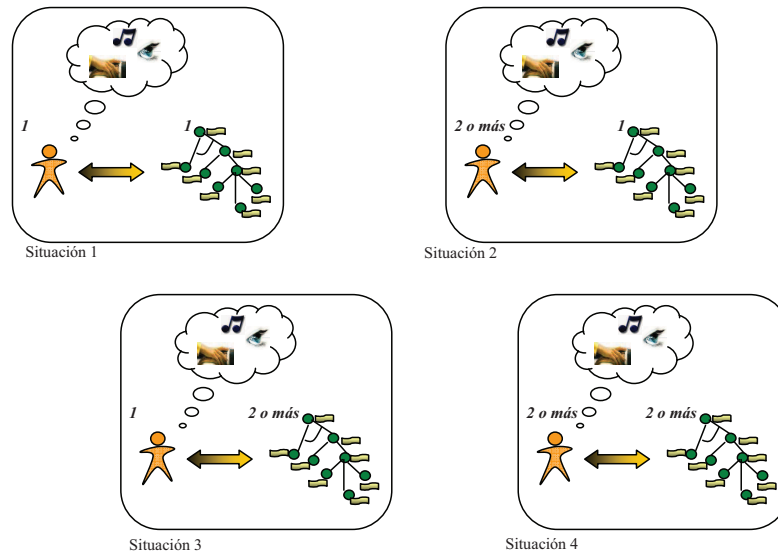


Figura 4.19: Posibles situaciones

Preferencias del grupo mayoritario de stakeholders La función selectora, para realizar un análisis de preferencias de cada stakeholder obteniendo la propuesta más representativa entre los mismos. Si bien esto permite que la generalidad de los stakeholders esté en conformidad con la técnica utilizada, todavía existe la posibilidad de que algunos stakeholders sean parte de una minoría no representada. Esto es que puede suceder que la mayoría no tenga una fuerte preferencia y el grupo minoritario sí, por lo tanto las técnicas no estarían acordes al grupo.

Preferencias marcadas Esta función toma en cuenta las preferencias fuertes y moderadas dejando sin efecto las preferencias leves, lo que optimiza los resultados de las dos funciones previas ya que el grado de comodidad o incomodidad es mucho más marcado en preferencias fuertes y moderadas que en leves. En estos casos, se priorizan los rechazos o deseos de los stakeholders con fuertes o moderadas preferencias y se pueden suavizar las preferencias no deseadas de stakeholders con preferencias suaves.

- RePriM considera las personas con preferencias marcadas (fuertes o moderadas) para determinar la tabla de preferencias ya que las preferencias leves o suaves no influyen demasiado en las preferencias generales del grupo.

Cómo se determinan las preferencias El peso cognitivo se obtiene mediante el uso de la tabla de preferencias, la que una vez generada quedará con valores que serán utilizados por todos los proyectos de la organización. En el momento que se decida, esta tabla se puede regenerar.

Para la utilización de la tabla de preferencias proponemos varias situaciones, como muestra la Figura 4.19, luego para cada una de las situaciones especificaremos la manera de encontrar el valor cognitivo, el cual se ilustra utilizando como ejemplo la Tabla 4.2 (tabla de preferencias ya calibradas de la organización).

Situación 1: La persona tienen una única preferencia fuerte o moderada y el objetivo fue adquirido mediante una técnica de elicitación. Para estos casos el valor se obtiene de la tabla en la fila correspondiente a la predominancia y técnica de elicitación.

Ejemplo de una persona *fuertemente activa* (FM_{Ac}) y el objetivo fue adquirido mediante la técnica de *Casos de Uso* (CU), el valor cognitivo será:

$$FM_{Ac} [CU] = 0.53$$

Situación 2: La persona tiene fuerte o moderada preferencia por más de una categoría y el objetivo fue adquirido por una única técnica de elicitación. En este caso la persona utilizaría sus características más afines a la técnica realizada y es por ello que se elige el máximo valor entre las dos características para la misma técnica.

Ejemplo: si tanto si una persona tiene las características predominantes *Activo* y *Visual* (FM_{Vi}), y la técnica de elicitación utilizada es *Casos de Uso*, entonces el valor cognitivo de dicha persona es de acuerdo a la Tabla 4.2 .

$$Max(FM_{Ac} [CU], FM_{Vi} [CU]) = Max(0.53, 0.83) = 0.83$$

Situación 3: La persona tiene una única preferencia fuerte o moderada y el objetivo fue adquirido por más de una técnica de elicitación. En estos casos como el mismo objetivo se realiza por más de una técnica, donde cada técnica complementa a otra técnica (se detectan situaciones que no se podrían observar de otra manera). se realiza la media de los valores de todas las técnicas utilizadas.

Ejemplo, la persona es *fuertemente activa* y el objetivo fue obtenido por *Entrevistas* (Int) y *Prototipación* ($Prot$).

$$\frac{(FM_{Ac}[Int]+FM_{Ac}[Prot])}{2} = \frac{(0,27+0,41)}{2} = 0.34$$

Situación 4: La persona tiene fuerte predominancia por más de una categoría y el objetivo fue adquirido por más de una técnica de elicitación. En estos casos el valor cognitivo será la media del mayor valor de las técnicas de elicitación intervinientes, para las predominancias que posea la persona.

Ejemplo, si un objetivo está elicitado en las técnicas de elicitación *Entrevistas* y *Prototipación*, y dicha persona tiene fuerte predominancia *activa* y *visual*, el valor cognitivo de dicha persona es:

$$\frac{(Max(FM_{Ac}[Int], FM_{Vi}[Int]) + Max(FM_{Ac}[Prot], FM_{Vi}[Prot]))}{2} = \frac{Max(0,27,0,42) + Max(0,41,0,26)}{2} = \frac{(0,42+0,41)}{2} = 0,415.$$

Valuación de los stakeholders para cada uno de los objetivos en conflicto

Los stakeholders especifican un valor de importancia (comprendido entre -10..10) que considera para cada objetivo en conflicto. Esos valores son determinados subjetivamente aunque pueden utilizar técnicas sistemáticas como el método AHP [Saaty, 1980], para asignar valores más objetivos.

Para realizar esta valuación, es necesario que cada uno de los stakeholders pueda ver parte del grafo de objetivos, esto es el grafo de objetivos pero sin la información referida a los restantes stakeholders (*grafo parcial*).

Para ilustrar este concepto la Figura 4.20 muestra la vista parcial del proceso de elicitación para un cierto stakeholder, donde las elipses representan cada uno de los objetivos, los rectángulos son las técnicas utilizadas o posibles de utilizar por cada uno de los objetivos y los valores son las valuaciones asignadas por ese stakeholder para cada objetivo. Vemos que el objetivo I y J heredan la técnica de elicitación adosada al objetivo G que es prototipación. En la misma figura vemos que el objetivo D tiene más de una técnica de elicitación (casos de uso y lluvia de ideas). El objetivo E no debe ser evaluado por este stakeholder y la razón está especificada en el llamado de dicho nodo. El objetivo H tiene adosada una matriz de preferencia con los valores que están recuadrados.

Sólo la persona que cumple el rol de analista puede ver el grafo global y todos los grafos parciales, por lo cual sólo esa persona es la que puede detectar discordancias entre los stakeholders. En cualquier momento un stakeholder puede tener una vista parcial de una fotografía global del grafo. El proceso itera hasta que el porcentaje de disidencia entre stakeholders esté dentro de un rango de valores óptimo desde el punto de vista del analista.

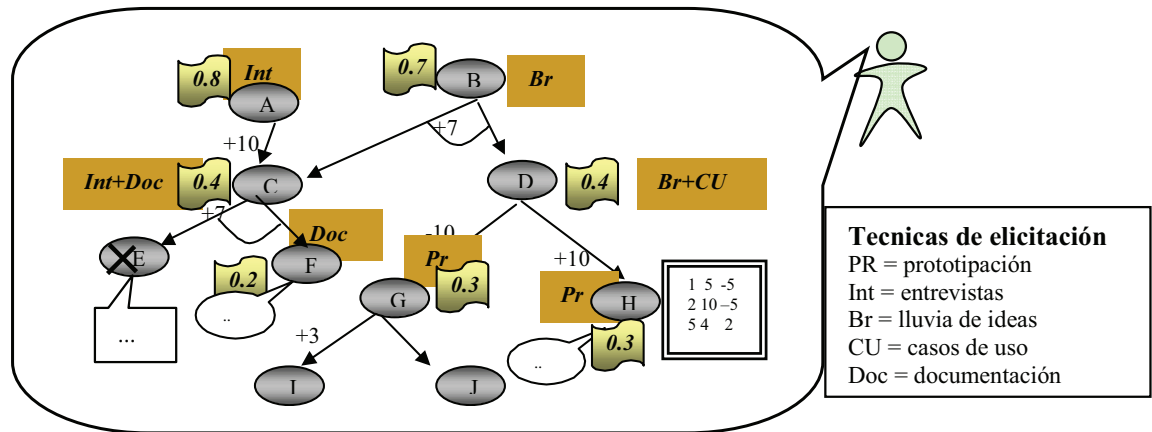


Figura 4.20: Vista parcial

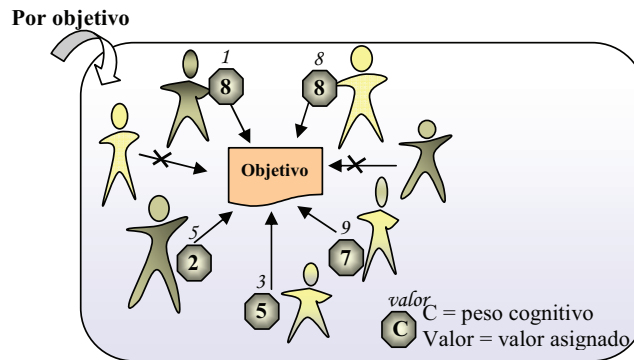


Figura 4.21: Punto de vista de un objetivo

Existen stakeholders que por diferentes razones, para algunos objetivos, no debieran definir sus prioridades. Las causales por las cuales un stakeholder no está en condiciones de asignar valores sobre un objetivo son:

- Si existe un claro rechazo a la implementación del objetivo, el stakeholder puede creer que la implementación del objetivo pone en juego su posición dentro de la organización o pone en juego su trabajo; o
- La existencia de rivalidad no canalizada entre personas que consideran algún objetivo de mucho valor o de ningún valor.

Desde el punto de vista de un objetivo en conflicto (Figura 4.21), su valor estará compuesto por las valuaciones de casi todos los stakeholders. En este ejemplo en particular dos stakeholders no realizan la evaluación del objetivo.

Veamos un ejemplo de no valuación. Suponiendo el caso de 4 stakeholders ($stk_1, stk_2, stk_3, stk_4$), cada uno define el orden de prioridad del mismo conjunto de objetivos $obj_1, obj_2, \dots, obj_n$ según su preferencia. De acuerdo a las características cognitivas mencionadas se le asigna un peso cognitivo. Ahora el stakeholder stk_1 ingresó a la empresa realizando funciones que tienen que ver con el obj_2 , lo cual hace crear un cierto temor y dudas en la persona, y un claro rechazo a la implementación de la automatización de ítems relacionados con funciones propias a dicho objetivo. Supongamos además que stk_4 tuvo una confrontación con stk_1 por razones personales, tanto stk_1 como stk_4 no debieran ser partícipes de los valores asignados a obj_2 .

Para poder proseguir con nuestro ejemplo de aplicación, necesitamos definir el Dominio de definición (*DDV*) de RePriM.

Especificaciones de RePriM En nuestra estrategia consideramos n objetivos y m stakeholders Stk .

G = $\{g_0, g_1, g_2, \dots, g_s, f_0, f_1, f_2, \dots, f_{n-s}\}$, conjunto de objetivos

$FinalG$ = $\{f_0, f_1, f_2, \dots, f_{n-s}\}$, conjunto de objetivos finales, subconjunto del conjunto G

Stk = $\{stk_0, stk_1, stk_2, \dots, stk_m\}$, conjunto de stakeholders.

Para que un stakeholder determine el valor de un objetivo necesitamos considerar la carga cognitiva del individuo como el valor asignado por el individuo.

Valor asignado: El valor asignado es un valor entero, que pertenece al conjunto $\{-10, -9, -8, \dots, -1, 0, 1, \dots, 9, 10\}$. Cuando el valor es negativo significa que la implementación de dicho requerimiento influye de manera negativa en la implementación del sistema. El valor asignado se realiza mediante una función de Prioridad.

Prioridad: La prioridad de un requerimiento es un valor que le asigna un stakeholders a un requerimiento, y está dado por:

V : $Stk \times FinalG \rightarrow \{-10, -9, -8, \dots, -1, 0, 1, 2, \dots, 8, 9, 10\}$, valor asignado por un stakeholders a un objetivo final

$V(stk_k, f_u)$, valor asignado por stakeholder k al objetivo u ,

donde: $V(stk_k, f_u) > V(stk_k, f_v)$ se interpreta que para el stakeholder k el objetivo u tiene mayor prioridad que el objetivo v .

Peso Cognitivo: El peso cognitivo es la valuación que se realiza comparando las características cognitivas de la persona con respecto a la manera en que fue considerado el Objetivo y una tabla de preferencias por técnicas de Elicitación.

La carga cognitiva del individuo está dada por:

$PC: Stk \times Obj \rightarrow \theta$, donde $\theta \in [0, 1]$

θ es el grado de preferencia del stakeholder por las técnicas utilizadas en el objetivo,

donde: $\theta=0$, no tiene correspondencia

$\theta=1$ tiene correspondencia total

$PC(stk_i, obj_k) \rightarrow [0, 1]$ significa que el stakeholder i tiene un valor de correspondencia con el objetivo k de acuerdo a la técnica de elicitación usada en dicho objetivo.

Para determinar si un stakeholder evalúa o no un determinado objetivo, utilizamos la función de evaluación Φ la cual comprende dos valores posibles $\{0, 1\}$.

$\Phi: Stk \times Obj \rightarrow \{0, 1\}$,

donde:

$\Phi(stk_j, obj_i) = 0$, indica que el stakeholder j no evaluará el objetivo i .

$\Phi(stk_j, obj_i) = 1$, indica que el stakeholder j debe evaluar el objetivo i .

La cantidad de stakeholders que evalúa un determinado objetivo z , denominada $\tau(obj_z)$ está dada por la suma de stakeholders presentes en la evaluación de dicho objetivo.

$\tau(obj_z) = \sum_{i=0}^{n-1} \Phi(stk_i, obj_z)$ donde n es la cantidad total de stakeholders.

El peso cognitivo de un stakeholder i para un objetivo z lo denominamos $PC(stk_i, obj_k)$. Entonces la suma de los pesos cognitivos de los stakeholders que evaluaron un determinado objetivo z , denominada $\Gamma(obj_z)$, constituye el valor cognitivo

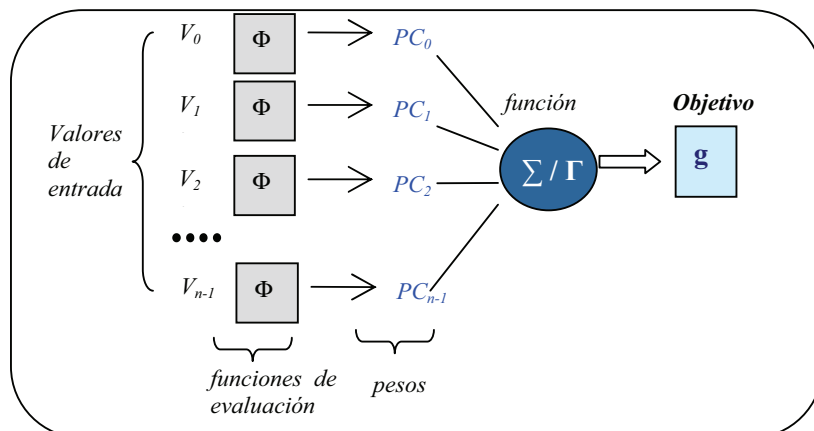


Figura 4.22: Especificación de un objetivo

total correspondiente a la evaluación de dicho objetivo, lo que está dado por la función:

$\Gamma(obj_z) = \sum_{i=0}^{n-1} [\Phi(stk_i, obj_z) PC(stk_i, obj_z)]$ donde n es la cantidad total de stakeholders.

La Figura 4.22 muestra un objetivo g visto esquemáticamente. Los valores de entrada $V_0, V_1, V_2, \dots, V_{n-1}$ son las valuaciones de los stakeholders $Stk_0, Stk_1, Stk_2, \dots, Stk_{n-1}$ sobre el objetivo g , la *función de evaluación* es la que nos indica si se realiza o no la evaluación, sobre cada uno de estos valores producto el peso cognitivo correspondiente $PC_0, PC_1, PC_2, \dots, PC_{n-1}$. Se realiza la sumatoria de todos estos valores sobre el valor cognitivo del objetivo (suma de los pesos cognitivos para ese objetivo) en la *función suma*. Esta fórmula computa el valor de un objetivo g asignado como un promedio de los valores pesados dados por cada stakeholder.

Volviendo al grafo de objetivos, la mejora sobre AGORA tradicional es la manera de determinar los valores atributo. En [Kaiya et al., 2002] esto es determinado por el analista consensuado por los stakeholders. RePrim sugiere el uso de los *valores finales* conformados por todos o casi todos los stakeholders de acuerdo a sus pesos. Y dicha consideración se mantiene en los valores de atributos de las aristas. Como el grafo consta de un único valor por arista éste se determina de acuerdo a una media de valores asignados por cada stakeholder. De acuerdo a esto los valores de contribución añadidos a la arista serán los valores finales calculados para cada objetivo, lo que denominamos $VF(obj)$.

Para cada objetivo el *valor real* de un stakeholder hacia dicho objetivo está formado por el valor impuesto por cada stakeholder producto el peso cognitivo del stakeholder. Entonces el valor final de un objetivo $VF(obj_k)$ es la media de los valores reales asignados por cada stakeholder a dicho objetivo considerando todos los stakeholders que hayan evaluado dicho objetivo.

Entonces el valor final para un objetivo contabiliza para cada stakeholder todos los pesos cognitivos y los valores asignados por él para un objetivo específico.

La sumatoria considera todos los valores de los stakeholders $Stk_0, Stk_1, \dots, Stk_{n-1}$ para el objetivo obj_k está dado considerando la suma de los pesos cognitivos de los stakeholders para ese objetivo dado $\Gamma(obj_z)$. Cada valor de un stakeholder se obtiene considerando el peso cognitivo de ese stakeholder para el objetivo $PC(stk_i, obj_k)$ producto el valor asignado por ese stakeholder para ese objetivo $V(stk_i, obj_k)$, evaluando sólo los stakeholders que pueden asignar valor, mediante la utilización de la función $\Phi(stk_i, obj_k)$.

El valor final de un objetivo obj_k está dado por:

$$VF(obj_k) = \begin{cases} \sum_{i=0}^{n-1} \frac{[\Phi(stk_i, obj_k) * PC(stk_i, obj_k) * V(stk_i, obj_k)]}{T(obj_k)}, & \text{si } T(obj_k) > 0 \\ 0, & \text{si } T(obj_k) = 0 \end{cases}$$

El valor cognitivo es entonces una valuación que se realiza comparando las características del stakeholder con respecto a la manera en que fue elicitado el objetivo.

Llamemos V_x al vector de preferencias de un nodo x . Supongamos V_x compuesto por los valores $(v_0, v_1, v_2, \dots, v_{j-1}, v_{j+1}, \dots, v_{n-1})$. En este caso el stakeholder j no evalúa el nodo x (obsérvese que no se encuentra el valor v_j). De la misma manera el PC_x es el vector de pesos cognitivos. Donde $PC_x = (pc_0, pc_1, pc_2, \dots, pc_{j-1}, pc_{j+1}, \dots, pc_{n-1})$. Ambos vectores son añadidos a los objetivos en la fotografía global.

Por lo tanto el peso cognitivo de un stakeholder sobre un objetivo estará condicionado por las características cognitivas del stakeholder y por las técnicas de elicitación utilizadas para dicho objetivo.

Así, el grafo global del sistema, propuesto por RePriM estará compuesto por un grafo de objetivos, donde cada objetivo tiene adjunto la técnica de elicitación utilizada

en el mismo o la considerada más apropiada para utilizar, y las apreciaciones de todos los stakeholders. La Figura 4.23 muestra RePriM asociado a un grafo de objetivos.

Dentro de la figura se pueden apreciar que los rectángulos grises con bordes están compuestos por los vectores de Valor (V) y de Peso Cognitivo (PC) para todos los stakeholders. En el objetivo raíz, V_a es el vector de valores del nodo a para cada uno de los stakeholders. V_a está compuesto por los valores $(v_0, v_1, v_2, \dots, v_{n-1})$. De la misma manera el PC_a es el vector de pesos cognitivos, donde $PC_a = (pc_0, pc_1, pc_2, \dots, pc_{n-1})$. Ambos vectores son añadidos a los objetivos en el grafo global.

Los otros rectángulos coloreados especifican, por medio de abreviaturas, los métodos de elicitación a utilizar por el analista. Cuando un objetivo está considerado con más de una técnicas de elicitación, se las separa con el signo $+$.

Las técnicas de elicitación presentes en el grafo son PR (*prototipación*), Int (*entrevistas*), Br (*lluvia de ideas*), CU (*casos de uso*), y Doc (*documentación*). Los objetivos que no tienen adosada una técnica de elicitación, como el objetivo “Realizar rápido”, conservan la técnica adosada a su objetivo padre (Int). Cada uno de los vectores *Valor* está determinado de acuerdo a los valores establecidos por los stakeholders para un objetivo. El valor del vector V_e , estará compuesto por los valores de todos los stakeholders considerados para el objetivo “Verificar Documentación”. Los vectores de Peso Cognitivo se determinan a partir de los valores de preferencia. Es importante destacar, que la Figura 4.23 cambiará luego al eliminar ciertos “conflictos”.

4.6.4.5. Ajustar prioridades acordes a pesos cognitivos

Para realizar esta etapa (3.5) se necesita no sólo el grafo global sino también de los grafos parciales.

La persona que juega el rol de analista es la que corroborará el estado con los valores asignados por cada stakeholder, indicando el valor resultante, producto de las características cognitivas de cada stakeholder en cada uno de los objetivos de acuerdo a las técnicas de elicitación utilizadas.

El analista junto con cada stakeholder discuten el grafo global, modificándolo y creando una vista parcial de dicho grafo de acuerdo a las apreciaciones del stakeholder como se puede ver en la Figura 4.24. Luego, a partir de las modificaciones establecidas en los grafos parciales, se ajusta el grafo global.

Cada stakeholder tiene una visión parcial donde se deberán mostrar además aquellos objetivos que los stakeholders no están autorizados a definir.

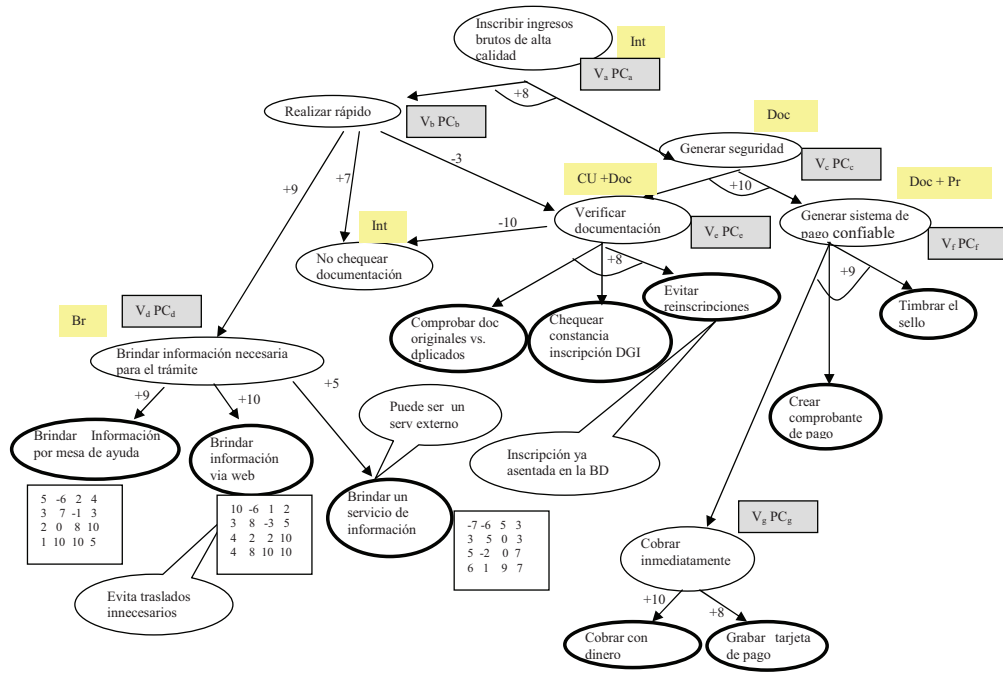


Figura 4.23: Grafo de Objetivos del caso de Estudio

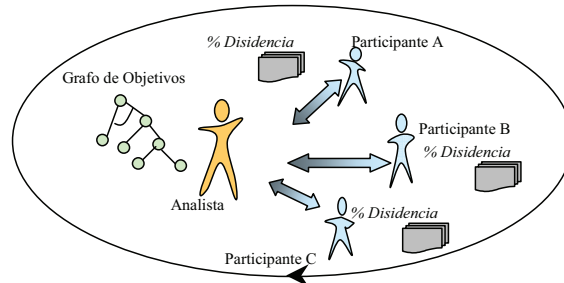


Figura 4.24: Proceso esquematizado

4.6.5. Analizar y Validar Requisitos

Esta etapa es la que retroalimentará todo el proceso, como muestra la Figura 4.7, y cuya entrada es el conjunto de requisitos priorizados ajustados que es además la salida de la Figura 4.6.

4.6.5.1. Validar Requisitos

En esta etapa (4.1), es la persona que cumple el rol del analista quien realiza todo el trabajo. Lo que hace es cotejar todos los grafos parciales, verificando que no haya disidencia severas en torno a los requisitos. En caso de encontrarlas deberá analizar las vistas parciales con cada stakeholder, que pueden modificarse o detectar errores en los requisitos.

Las disidencias pueden partir desde la descomposición de un objetivo (un stakeholder opina que un tipo de descomposición, y el otro stakeholder tiene una opinión diferente) como de valores muy dispares asignados por ese stakeholder para el objetivo. En cualquiera de ambos casos se deben dejar grabadas las diferentes opiniones así como las objeciones y apuntes de los expertos.

Este proceso es iterativo hasta llegar a un mínimo de acuerdo entre los stakeholders.

En el ejemplo propuesto por la Figura 4.23 podría surgir que un stakeholder considere que “*No chequear documentación*” no debiera ser una opción válida ya que va en contra de las políticas de la organización. El analista deberá cotejar dicha opinión con la documentación necesaria, o con el conocimiento de algún experto (*asesor legal*) y determinar si ese objetivo debiera o no debiera existir.

4.6.5.2. Detectar cambios necesarios

En esta etapa (4.2) se determinan los cambios necesarios ya sea en requisitos, en la priorización de requisitos, en técnicas de elicitación o en tipos de especificación.

- Requisitos

En nuestro ejemplo de aplicación, al determinar la prioridad de los objetivos de acuerdo a los valores generados, puede surgir la necesidad de nuevos objetivos, de cambiar algunos o de bajar la prioridad de otros objetivos hasta incluso eliminarlos si fuera necesario.

- Tipos de especificación y técnicas de elicitación

Roles	Br	Int	CU
An	0.5	0.8	0.2
Usu	0.6	0.8	0.3
Des	0.2	0.3	0.7
Cli	0.2	0.35	0.6

Tabla 4.4: Correspondencia de técnicas y roles

Si los objetivos generaron conflictos entre los stakeholders puede ser que se pudiera cambiar o agregar técnicas de elicitación para la adquisición de los mismos, o que el grupo de stakeholders necesitara de especificaciones más acordes a su perfil cognitivo.

Veamos cómo RePriM detecta la posibilidad de cambiar las técnicas de elicitación a utilizar.

Para observar cómo la utilización de la características cognitivas ayudan en la definición de los objetivos podemos considerar cómo cambian los valores de las matrices de preferencia (percepciones de cada persona con respecto a sí mismas y a los demás) si variamos el método de elicitación en un determinado objetivo. Consideremos a modo de ejemplo stakeholders que cumplen los roles de analista (An), usuario (Usu), desarrollador (Des) y cliente (Cli), y la Tabla 4.4 con las percepciones de cada rol respecto a tres métodos de elicitación.

A partir del objetivo “*Brindar información necesaria para el trámite*”, partamos de las matrices de preferencias de los nodos finales hijos de dicho objetivo. Si consideramos que se utilizó el método *Br* (lluvia de ideas), en el objetivo mencionado previamente la carga cognitiva estaría formada por el vector PC_d , el cual tendría los valores $(0.5, 0.6, 0.2, 0.2)$.

Entonces en nuestro caso el $VC_d = \frac{(0,5+0,6+0,2+0,2)}{4} = 1 \cdot \frac{5}{4} = 0.375$.

Si en cambio consideramos el método de *Int* (entrevistas), tendríamos

$$VC_d = \frac{(0,8+0,8+0,3+0,35)}{4} = \frac{2,25}{4} = 0.56.$$

Es claro en este caso que de existir conflictos con dicho objetivo, RePriM propone como alternativa utilizar la técnica de *Int* (entrevistas) para elicitar dicho objetivo.

- En definir prioridad a los requisitos

Ahora veamos cómo evaluamos los valores del objetivo z “*Brindar información por mesa de ayuda*”. Para ello obtenemos las ventajas de la matriz de preferencias de

	An	Usu	Des	Cli
An	5	-6	2	-4
Usu	3	-7	-1	3
Des	2	0	8	10
Cli	1	10	10	5

Tabla 4.5: Matriz de preferencias

dicho objetivo, la cual transcribimos en la Tabla 4.5, ya que tanto la existencia como la utilización de la matriz está validada en [Kaiya et al., 2002]. En particular utilizaremos la diagonal de la matriz la cual consiste en los valores asignados por cada stakeholder para sí mismo

En este objetivos la cantidad de stakeholders que lo evaluaron:

$$\tau(obj_z) = 4$$

Dicho objetivo fue elicidado por Br (lluvia de ideas), entonces su carga cognitiva estaría formada por: $(0.5, 0.6, 0.2, 0.2)$, , por lo cual el valor cognitivo total de ese objetivo estaría dado por:

$$\Gamma(obj_z) = \sum_{i=0}^{n-1} [\Phi(stk_i, obj_z) PC(stk_i, obj_z)]$$

$$\Gamma(obj_z) = \sum_{i=0}^3 [1 * PC(stk_i, obj_z)]$$

$$\Gamma(obj_z) = PC(stk_0, obj_z) + PC(stk_1, obj_z) + PC(stk_2, obj_z) + PC(stk_3, obj_z)$$

$$\Gamma(obj_z) = 0.5 + 0.6 + 0.2 + 0.2$$

$$\Gamma(obj_z) = 1.5$$

El valor final de un objetivo obj_k está dado por:

$$VF(obj_{ki}) = \begin{cases} \sum_{i=0}^{n-1} \frac{[\Phi(stk_i, obj_k) * PC(stk_i, obj_k) * V(stk_i, obj_k)]}{T(obj_i)}, & \text{si } T(obj_i) > 0 \\ 0, & \text{si } T(obj_i) = 0 \end{cases}$$

En nuestro caso

$$VF(obj_z) = \frac{\sum_{i=0}^{n-1} [\Phi(stk_i, obj_z) PC(stk_i, obj_z) V(stk_i, obj_z)]}{\Gamma(obj_z)}$$

$$VF(obj_z) = \frac{\sum_{i=0}^{n-1} [1 PC(stk_i, obj_z) V(stk_i, obj_z)]}{\Gamma(obj_z)}$$

$$VF(obj_z) = \frac{PC(stk_0,obj_z)*5+PC(stk_1,obj_z)*7+PC(stk_2,obj_z)*8+PC(stk_3,obj_z)*5}{1,5}$$

$$VF(obj_z) = \frac{(0,5*5)+(0,6*7)+(0,2*8)+(0,2*5)}{1,5}$$

$$VF(obj_z) = \frac{(2,5+4,2+1,6+1)}{1,5}$$

$$VF(obj_z) = \frac{9,3}{1,5}$$

$$VF(obj_z) = 6.2$$

Por lo tanto el valor final para ese objetivo, considerando los pesos cognitivos de todos los stakeholders sería de 6.2. Es claro que de acuerdo al grafo este valor no coincide con el valor dado por lo cual estaríamos frente a un cambio en la prioridad de este objetivo.

De lo analizado previamente podemos sugerir que las técnicas de elicitación deberían revisarse para mejorar el entendimiento y potencialmente la valuación de los pesos cognitivos.

RePriM puede ser utilizada para elegir qué técnicas podrían ser viables para una buena comunicación entre las partes cuando existen conflictos o en general. Se podría incluso realizar ensayos en los que el analista “probara” qué incidencia tendría el cambiar una técnica por otra, siempre y cuando la técnica sea probable (no tendría sentido utilizar por ejemplo una técnica de *brainstorming* cuando parte del grupo de trabajo no puede conciliar momentos comunes para la técnica). De esta manera se pueden precisar qué técnicas de elicitación incorporar para la obtención de requisitos.

Si bien lo óptimo para elicitar cada objetivo sería utilizar todos los métodos de elicitación posibles, para mejorar el peso cognitivo asignado por cada persona, esto sería inviable por una cuestión de recursos (tiempo, dinero y personas). Entonces una vez más hay que encontrar un equilibrio entre las técnicas de elicitación utilizadas y los resultados obtenidos a partir de ellas, es decir hay que considerar el punto justo de costo-beneficio al obtener mejores valores de preferencia cambiando técnicas o agregando nuevas.

En estos casos el grafo de objetivos global variará no sólo en las valuaciones de cada stakeholder sino en el peso cognitivo, por lo que el tema en cuestión es mejorar los Pesos Cognitivos, lo que resultaría eventualmente en cambiar las técnicas de elicitación a utilizar.

Predominio	Técnica de elicitación
Activo	Casos de uso Prototipación
Reflexivo	Documentación escrita/gráficos Entrevistas
Perceptivo	No se rescata ningún método especial
Intuitivo	Brainstorming
Visual	Documentación gráfica Casos de uso, modelado
Verbal	Entrevistas
Secuencial	Documentación escrita Casos de uso
Global	Gráficos y mapas conceptuales

Tabla 4.6: Preferencias por Técnicas de elicitación

¿Qué técnicas de elicitación utilizar? De nuestros relevamientos y considerando características de los métodos de elicitación podríamos presuponer preferencias con respecto a LSM, por ejemplo las detalladas en la Tabla 4.6. Si bien RePriM propone que en caso de conflicto las técnicas a utilizar se definan en función de las características cognitivas. Esta tabla podría servir de apoyo en caso de poseer restricciones estrictas de tiempo y/o recursos para realizar la metodología completa o en los casos que las preferencias grupales sean leves y, por consiguiente, no se pueda establecer preferencias marcadas.

4.7. Resumen

RePriM apunta a la mejora la estrategia de elicitación de requisitos incorporando formas de solucionar conflictos entre los stakeholders.

Un ejemplo de aplicación puede visualizarse en la Figura 4.25, donde se aplica la propuesta a partir del grafo AND-OR de objetivos resultado de la implementación del método AGORA. La resolución de conflictos se realiza agregando un valor a la percepción de los stakeholders con respecto a los objetivos y con respecto a la técnica de elicitación utilizada en la obtención de los mismos.

Cada objetivo del grafo debe identificar las técnicas de elicitación que el analista

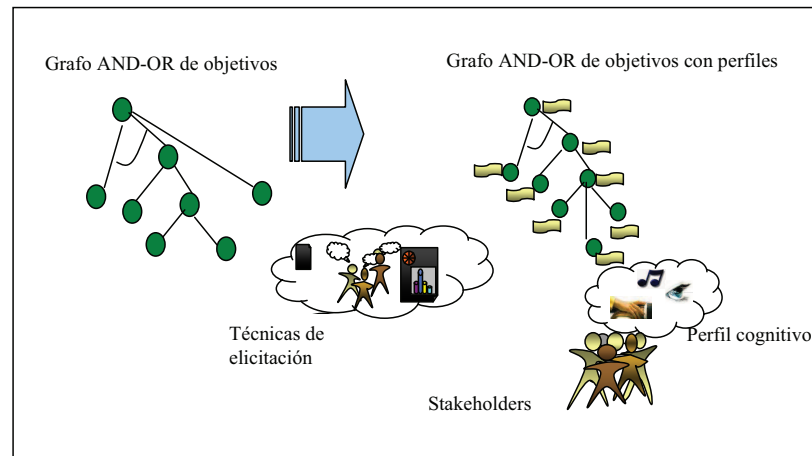


Figura 4.25: Proceso esquematizado

tiene intención de utilizar y un conjunto secundario de técnicas de elicitación viable, las cuales el analista puede cambiar para mejorar el proceso. Dado que nuestro objetivo es definir el grado de preferencias de las personas por ciertas técnicas con diferentes características de trabajo, analizamos sólo las técnicas con mayor utilización en el proceso de elicitación, según los expertos [Hickey y Davis, 2003a]; si bien el estudio puede ser ampliado utilizando cualquier técnica de elicitación no considerada por el momento.

Utilizando una técnica de asignación de valores sobre cada uno de los objetivos en conflicto, cada stakeholder podrá asignar un valor numérico a dichos objetivos incluso utilizando algoritmos tolerantes a la incertidumbre para la determinación de estos valores de contribución.

Cada uno de estos valores junto con el peso cognitivo de cada stakeholder correspondiente a cada objetivo del conjunto de objetivos finales del grafo conformará el valor correspondiente a ese objetivo para poder ser priorizado.

Los valores determinados por los stakeholders de acuerdo a sus características cognitivas son grabados. Cuando todos los stakeholders han especificado sus valores de preferencia, el analista los combina conformando así un valor único para cada arista, por lo tanto cada valor está compuesto por la suma de cada validación pesada de los stakeholders.

El valor cognitivo está en función del perfil cognitivo. Finalmente, el peso cognitivo asignado por cada stakeholder a cada objetivo estará dado por el perfil cognitivo del stakeholder en relación a la técnica de elicitación utilizada en ese objetivo o subobjetivo.

Este proceso es iterativo, donde en cada iteración para cada objetivo se analizan los pesos cognitivos y los valores asignados a dicho objetivo.

Si bien RePriM plantea esta solución para objetivos en conflicto, de ser posible, si se utilizara lo cognitivo en todos los objetivos, se aseguraría mayor entendimiento de cualquiera de los objetivos, tengan o no conflictos.

En el siguiente capítulo presentaremos casos de estudio donde RePriM muestra variaciones significativas en la aplicación de técnicas de elicitación más difundidas que la orientación por objetivos. Particularmente técnicas de elicitación mediante casos de uso.

Capítulo 5

Validación

En esta sección describimos la experimentación realizada para poder comprobar si nuestra propuesta puede ser aplicada para mejorar el proceso de elicitación de requisitos.

Nuestro objetivo es hacer que las personas se sientan mejor durante todo el proceso de la obtención de requisitos, y como la calidad de los mismos está influenciada por las técnicas empleadas, nuestra estrategia de validación debe analizar las técnicas utilizadas. Antes de describir el experimento, es importante reconocer que la satisfacción de los analistas puede provenir de una variedad de condiciones, en particular podríamos mencionar el conocimiento y la experiencia en alguna técnica de elicitación.

Como nuestra propuesta es una estrategia que clasifica preferencias de los stakeholders de manera que puedan incluirse en un proceso de priorización de requisitos; para poder validar la estrategia necesitaríamos en principio considerar determinado conjunto de factores, cada uno de los cuales contiene diferentes valores, lo que trae como consecuencia un importante número de combinaciones posibles necesarias para validar la propuesta completa, e implicaría varios años completar toda la serie de experimentos. Entonces, a fin de comenzar la validación con el primer experimento de la serie, seleccionamos un grupo de características. La estrategia experimental que mencionamos sirve para determinar si realmente existe una relación entre perfiles cognitivos de los participantes, técnicas de elicitación y priorización de requisitos.

A continuación vamos a detallar la estrategia que se planea llevar a cabo y luego presentamos los resultados correspondientes al primer experimento de la serie.

Factor de Influencia	Valores Posibles
(A) Trabajo en equipo	A1- Ha trabajado A2-No ha trabajado
(B) Edad	B1-Hasta 25 años B2-De 26 a 35 años B3-De 36 a 45 años B4-Más de 45 años
(C) Trabajo	C1-Conducción C2-Ejecución C3-Técnico C4-Estudiante
(D) Género	D1-Masculino D2-Femenino
(E) Experiencia	E1-Proyectos ficticios E2-Proyectos reales

Tabla 5.1: Tabla de factores y valores asociados

5.1. Descripción de la estrategia experimental

Para poder calcular la cantidad de experimentos posibles tenemos que describir los posibles escenarios soporte para el análisis. La cantidad de experimentos tiene relación con cualquier combinación posible de los escenarios, pero para ser más precisos los vamos a diferenciar en escenarios generales y específicos o técnicos.

Generales Los escenarios en términos generales pueden resumirse en la Tabla 5.1, la cual para cada factor posible, menciona los diferentes valores que se pueden presentar.

Ahora describiremos cada uno de los factores mencionados en la Tabla 5.1.

- Trabajo en equipo

Es una de las condiciones que más influye psicológicamente en las personas de forma positiva que permite que haya buena comunicación, compañerismo y trabajo conjunto ya sea en una organización, empresa o ambiente de estudio; puede dar muy buenos resultados; ya que normalmente genera el entusiasmo para que el resultado sea

satisfactorio en las tareas encomendadas. En los trabajos en grupo se elaboran unas reglas, que se deben respetar por todos los miembros del grupo, las cuales proporcionan a cada individuo una base para mejorar la comunicación.

- Edad

La influencia de la edad en toda persona está en estrecha relación con la predisposición o no a utilizar nuevas tecnologías así como en el empeño en que ponen para realizar una labor. Vamos a analizar brevemente cada uno de los rango de edades. Las personas más jóvenes (menor de 25), son las que más necesidad de aprender tienen, por lo cual son las personas que pueden realizar diferente tipos de tareas con mucho entusiasmo. El segundo rango está más influenciado por personas que, de tener conocimientos previos, los quieran experimentar, y no les moleste trabajar más en pos de más y mejor experiencia (26-35). El tercer grupo, en el caso de organizaciones, generalmente estas personas tienen un puesto definido dentro de las mismas; podríamos generalizar que les molesta más que los grupos anteriores trabajar horas extras y su trabajo también está influenciado por su entorno familiar. El último grupo es al que más le cuesta los cambios, la tecnología y en particular les cuesta realizar actividades no desarrolladas hasta el momento; disponen en general de más tiempo aunque no siempre están dispuestos a utilizarlo.

- Tipo de trabajo

La perspectiva con que colabora, trabaja y se comunica una persona dentro de un grupo de trabajo en una organización varía de acuerdo al nivel de jerarquía de esa persona. La persona cuyo tipo de trabajo es conducción es aquella cuyo rol es impartir órdenes, y procurar que sean cumplidas, la persona cuyo trabajo es el de ejecución es aquella que realiza lo que es ordenado por el rol de conducción. La persona cuyo trabajo es más técnico generalmente es un experto en determinada tarea que si bien ejecuta acciones, éstas deben seguir órdenes establecidas por el mismo de acuerdo a la situación. Por último si bien el estudio no es un tipo de trabajo, se puede considerar como un valor diferente de este factor ya que si bien no es remunerado conlleva obligaciones.

- Género

En lo cognitivo, el género influye de la manera que se relacionan ideas, el género femenino tiende a relacionar mientras que el género masculino tiende a disociar los hechos.

- Experiencia

Es claro que el tipo de experiencia influye en el conocimiento de las personas acerca de cómo realizar una técnica. Si bien la tendencia es que en las organizaciones los empleados trabajen en proyectos reales y los estudiantes proyectos ficticios, no siempre es así. Los estudiantes podrían hacer prácticas reales y en las organizaciones existen “proyectos pequeños” cuya función es determinar cómo funciona un grupo de trabajo para realizar una determinada tarea.

Si tomamos en cuenta cada uno de los factores de la Tabla 5.1 con la posible serie de valores identificados, para calcular la cantidad de experimentos, considerando los escenarios posibles, se combina cada factor con todos los otros obteniéndose el siguiente cálculo:

$$\text{Total} \quad \text{Combinaciones} = \text{Valores (A)} * \text{Valores(B)} * \text{Valores (C)} * \text{Valores (D)} * \text{Valores (E)}$$

$$\text{Total} \quad \text{Combinaciones} = 2 * 4 * 4 * 2 * 2$$

$$\text{Total} \quad \text{Combinaciones} = 128$$

Entonces para cumplimentar la validación de nuestra propuesta considerando cada uno de los escenarios especificados, deberían realizarse 128 experimentos, cada uno de los cuales tomaría una combinación de los factores mencionados anteriormente.

Podríamos dividir los escenarios mencionados en grupos de situaciones y clasificarlas de acuerdo a probabilidad de que se sucedan en forma conjunta separándolas en (*frecuente, normal, rara vez, muy rara vez*), como muestra la Tabla 5.2 y la Tabla 5.3:

Como ejemplo la primer fila indica que es muy raro que suceda que una persona haya trabajado en equipo, tenga hasta 25 años, tenga un cargo de conducción (jefe), sea de género masculino y esté haciendo un proyecto de prueba o ficticio.

Específicos En términos más técnicos, otro ítem que va a realizar una nueva apertura de escenarios es el conocimiento y/o experiencia en las técnicas de elicitación presentadas en nuestra propuesta, la cual se basa en el grupo de técnicas más utilizadas por los expertos en sistemas, según Hickey & Davis [Hickey y Davis, 2003a], en las que distinguimos: encuestas entrevistas (*Int*), cuestionarios (*Ques*), lluvia de ideas (*Brain*), análisis de documentación escrita (*AnWD*), análisis de gráfico (*AnG*), prototipación (*Prot*), Casos de Uso (*CU*), modelado en general(*Mod*)

A1	B1	C1	D1	E1	Muy Rara vez
A1	B1	C1	D1	E2	Frecuente
A1	B1	C1	D2	E1	Muy Rara vez
A1	B1	C1	D2	E2	Frecuente
A1	B1	C2	D1	E1	Rara vez
A1	B1	C2	D1	E2	Frecuente
A1	B1	C2	D2	E1	Rara vez
A1	B1	C2	D2	E2	Frecuente
A1	B1	C3	D1	E1	Muy Rara vez
A1	B1	C3	D1	E2	Frecuente
A1	B1	C3	D2	E1	Muy Rara vez
A1	B1	C3	D2	E2	Frecuente
A1	B1	C4	D1	E1	Muy Rara vez
A1	B1	C4	D1	E2	Frecuente
A1	B1	C4	D2	E1	Muy Rara vez
A1	B1	C4	D2	E2	Frecuente
A1	B2	C1	D1	E1	Muy Rara vez
A1	B2	C1	D1	E2	Frecuente
A1	B2	C1	D2	E1	Muy Rara vez
A1	B2	C1	D2	E2	Frecuente
A1	B2	C2	D1	E1	Rara vez
A1	B2	C2	D1	E2	Frecuente
A1	B2	C2	D2	E1	Rara vez
A1	B2	C2	D2	E2	Frecuente
A1	B2	C3	D1	E1	Muy Rara vez
A1	B2	C3	D1	E2	Frecuente
A1	B2	C3	D2	E1	Muy Rara vez
A1	B2	C3	D2	E2	Frecuente
A1	B2	C4	D1	E1	Muy Rara vez
A1	B2	C4	D1	E2	Frecuente
A1	B2	C4	D2	E1	Muy Rara vez
A1	B2	C4	D2	E2	Frecuente
A1	B3	C1	D1	E1	Rara vez
A1	B3	C1	D1	E2	Frecuente
A1	B3	C1	D2	E1	Rara vez
A1	B3	C1	D2	E2	Normal
A1	B3	C2	D1	E1	Rara vez
A1	B3	C2	D1	E2	Frecuente
A1	B3	C2	D2	E1	Rara vez
A1	B3	C2	D2	E2	Frecuente
A1	B3	C3	D1	E1	Rara vez
A1	B3	C3	D1	E2	Frecuente
A1	B3	C3	D2	E1	Rara vez
A1	B3	C3	D2	E2	Frecuente
A1	B3	C4	D1	E1	Rara vez
A1	B3	C4	D1	E2	Frecuente
A1	B3	C4	D2	E1	Rara vez
A1	B3	C4	D2	E2	Frecuente
A1	B4	C1	D1	E1	Muy Rara vez
A1	B4	C1	D1	E2	Muy Rara vez
A1	B4	C1	D2	E1	Muy Rara vez
A1	B4	C1	D2	E2	Muy Rara vez
A1	B4	C2	D1	E1	Muy Rara vez
A1	B4	C2	D1	E2	Muy Rara vez
A1	B4	C2	D2	E1	Muy Rara vez
A1	B4	C2	D2	E2	Muy Rara vez
A1	B4	C3	D1	E1	Muy Rara vez
A1	B4	C3	D1	E2	Muy Rara vez
A1	B4	C3	D2	E1	Muy Rara vez
A1	B4	C3	D2	E2	Muy Rara vez
A1	B4	C4	D1	E1	Muy Rara vez
A1	B4	C4	D1	E2	Muy Rara vez
A1	B4	C4	D2	E1	Muy Rara vez
A1	B4	C4	D2	E2	Muy Rara vez

Tabla 5.2: Posibles valores

A2	B1	C1	D1	E1	Normal
A2	B1	C1	D1	E2	Normal
A2	B1	C1	D2	E1	Normal
A2	B1	C1	D2	E2	Normal
A2	B1	C2	D1	E1	Normal
A2	B1	C2	D1	E2	Normal
A2	B1	C2	D2	E1	Normal
A2	B1	C2	D2	E2	Normal
A2	B1	C3	D1	E1	Normal
A2	B1	C3	D1	E2	Normal
A2	B1	C3	D2	E1	Normal
A2	B1	C3	D2	E2	Normal
A2	B1	C4	D1	E1	Normal
A2	B1	C4	D1	E2	Normal
A2	B1	C4	D2	E1	Normal
A2	B1	C4	D2	E2	Normal
A2	B2	C1	D1	E1	Rara vez
A2	B2	C1	D1	E2	Normal
A2	B2	C1	D2	E1	Rara vez
A2	B2	C1	D2	E2	Normal
A2	B2	C2	D1	E1	Rara vez
A2	B2	C2	D1	E2	Normal
A2	B2	C2	D2	E1	Rara vez
A2	B2	C2	D2	E2	Normal
A2	B2	C3	D1	E1	Rara vez
A2	B2	C3	D1	E2	Normal
A2	B2	C3	D2	E1	Rara vez
A2	B2	C3	D2	E2	Normal
A2	B2	C4	D1	E1	Muy Rara vez
A2	B2	C4	D1	E2	Muy Rara vez
A2	B2	C4	D2	E1	Muy Rara vez
A2	B2	C4	D2	E2	Muy Rara vez
A2	B3	C1	D1	E1	Muy Rara vez
A2	B3	C1	D1	E2	Rara vez
A2	B3	C1	D2	E1	Muy Rara vez
A2	B3	C1	D2	E2	Rara vez
A2	B3	C2	D1	E1	Muy Rara vez
A2	B3	C2	D1	E2	Rara vez
A2	B3	C2	D2	E1	Muy Rara vez
A2	B3	C2	D2	E2	Rara vez
A2	B3	C3	D1	E1	Muy Rara vez
A2	B3	C3	D1	E2	Rara vez
A2	B3	C3	D2	E1	Muy Rara vez
A2	B3	C3	D2	E2	Rara vez
A2	B3	C4	D1	E1	Muy Rara vez
A2	B3	C4	D1	E2	Rara vez
A2	B3	C4	D2	E1	Muy Rara vez
A2	B3	C4	D2	E2	Rara vez
A2	B4	C1	D1	E1	Muy Rara vez
A2	B4	C1	D1	E2	Muy Rara vez
A2	B4	C1	D2	E1	Muy Rara vez
A2	B4	C1	D2	E2	Muy Rara vez
A2	B4	C2	D1	E1	Muy Rara vez
A2	B4	C2	D1	E2	Muy Rara vez
A2	B4	C2	D2	E1	Muy Rara vez
A2	B4	C2	D2	E2	Muy Rara vez
A2	B4	C3	D1	E1	Muy Rara vez
A2	B4	C3	D1	E2	Muy Rara vez
A2	B4	C3	D2	E1	Muy Rara vez
A2	B4	C3	D2	E2	Muy Rara vez
A2	B4	C4	D1	E1	Muy Rara vez
A2	B4	C4	D1	E2	Muy Rara vez
A2	B4	C4	D2	E1	Muy Rara vez
A2	B4	C4	D2	E2	Muy Rara vez

Tabla 5.3: Posibles valores (cont)

Nuevamente para cada una de estas técnicas podemos diferenciar la experiencia y/o conocimiento. Diferenciamos los grados de experiencia en *ninguna, poca, alguna, bastante y mucha*.

Como el grado de experiencia es subjetivo a las personas, puede suceder que dos personas con la misma experiencia sean autocatalogadas una con bastante experiencia y otra como mucha experiencia, dado que el umbral entre bastante y mucha es difuso. Por esta razón tomamos los rangos de sin experiencia y con experiencia cuyo umbral es más significativo.

Por lo cual el total de combinaciones posibles es:

*Total Combinaciones = Cantidad de técnicas de elicitación * Valores posibles*

*Total Combinaciones = 8 * 2*

Total Combinaciones = 16

El análisis desde el punto de vista de los de los escenarios implica la aplicación de todos los valores posibles considerando todos los escenarios posibles. Lo que significa que para cumplimentar la validación de nuestra propuesta deberían realizarse 128 experimentos, cada uno de los cuales tomaría una combinación de los factores para cada uno de los posibles valores correspondientes a los factores técnicos. Por lo cual la cantidad de experimentos necesarios sería de $128 * 16$, lo que tornaría la validación desde este punto de vista prácticamente imposible de realizar en el transcurso de esta tesis. A todo esto podemos sumarle aún dos desventajas:

1. Requiere una gran cantidad de sujetos divididos en una gran cantidad de tratamientos distintos, lo cual es más difícil de controlar durante la ejecución de un experimento.
2. Es más complejo analizar los efectos de la combinación de varias estrategias a la misma vez.

Por este motivo se ha creído oportuno dividir la experimentación considerando sólo dos estrategias por vez, analizando las variaciones según los escenarios posibles. A continuación se presenta el primer experimento de la serie programada para la validación de nuestra propuesta.

Analizar	Se estudia la aplicación de la metodología Re-Prim
Con el propósito	De Evaluación
Con respecto a	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Comprensión de los requisitos de software frente a una especificación de requisitos de software como resultado del experimento. ✓ La satisfacción de los stakeholders respecto al documento de especificación de requisitos en base a su perfil cognitivo como resultado del experimento. ✓ La calidad en la determinación de la prioridad en los requisitos de software definida por los stakeholders.
Desde el punto de vista de	Investigador
En el contexto	Simulación de una priorización de requisitos software a partir de una especificación de requisitos software sobre un grupo determinado de requisitos

Tabla 5.4: Plantilla de planificación del experimento

5.2. Detalle del primer experimento de la familia

En esta sección se detalla el primer experimento de la familia. Para un mejor entendimiento seguimos el esquema planteado por Wohlin [Wohlin et al., 2000], pero siguiendo los pasos propuestas de Juristo y Moreno [Juristo y Moreno, 2001] para que los resultados sean más ilustrativos.

5.2.1. Definición del experimento

Aquí definimos el “Por qué” o en qué se basa nuestro experimento a partir de un problema a resolver. Seguimos para ello la plantilla propuesta por el método GQM [van Solingen y Berghout, 1999], donde los datos principales de la definición se muestran en la Tabla 5.4.

5.2.2. Planificación del experimento

Para decidir cuáles características estarían incluidas en el primer experimento se consideró realizar en primera instancia la validación sobre la parte central de la metodología, esto es partir de una especificación de requisitos ya realizada, y suponer una posible existencia de conflictos sobre algunos de los requisitos, finalizando en

acuerdos sobre la priorización de los mismos.

Vamos a detallar cada uno de los factores de nuestra elección.

Considerando que nuestra propuesta parte del supuesto de existencia de conflictos al priorizar requisitos de software; que el tipo de conflicto no tiene incidencia en la resolución de la misma y que la metodología propone, de ser posible, utilizarla para todo requisito tenga o no conflicto; se consideró validarla para un conjunto de requisitos entre los cuales habrá algunos con conflictos y también estarán algunos sin conflictos.

A su vez es entre los posibles valores para el factor C “tipo de trabajo” es difícil considerar un grupo de empleados para participar en el experimento ya que las organizaciones no desean invertir mucho tiempo de sus empleados en experimentos de los cuales no ven resultados inmediatos. Es por esto que se determinó que sean estudiantes los que vayan a realizar el experimento.

Como el análisis no es a través de las personas o grupos de trabajo, sino frente a una especificación de requisitos, y para tener un mayor número de casos que conformen el experimento se optó porque la resolución del experimento sea de carácter individual.

A continuación se analizará en detalle la planificación del experimento y las decisiones de diseño tomadas para minimizar efectos secundarios introducidos por las amenazas a la validez del experimento.

Para poder tener un conocimiento más preciso sobre las características de los sujetos que participaban en el experimento y así reducir algunas de las amenazas a la validez del experimento, y por la procedencia de la tesista, el experimento se realizó en la Universidad del Comahue de Neuquén, sobre un grupo de estudiantes de Bases de Datos de la carrera de Ciencias de la Computación.

Luego se evaluaron los diferentes factores para realizar el experimento.

Siguiendo los factores mencionados en la Tabla 5.1, se determinaron utilizar los valores correspondientes a:

- $A1 - B1 - C4 - D1 - E1$ (individuos que no han trabajado aún, con edad menor o igual a 25 años, estudiantes, de género masculino y que su experiencia sea en proyectos ficticios), y
- $A1 - B1 - C4 - D2 - E1$ (individuos que no han trabajado aún, con edad menor o igual a 25 años, estudiantes, de género femenino y que su experiencia sea en proyectos ficticios),

Ambos grupos considerando además experiencia en la técnica *Casos de Uso*

5.2.2.1. Selección del contexto

El contexto seleccionado para llevar a cabo el experimento responde a las siguientes características:

- *Sujetos*: Estudiantes del Bases de Datos, de la carrera de Sistemas y docentes del área de Ingeniería del Software
- *Tipo de problema*: Simulación.
- *Validez del experimento*: En un contexto específico.

5.2.2.2. Formulación de hipótesis

De acuerdo a los aspectos considerados en las secciones anteriores, se formularon las siguientes preguntas de investigación, y sus correspondientes hipótesis:

Pregunta 1: Comprensión de las personas involucradas en el proceso respecto a los requisitos de software.

- $H_{0,1}$: No hay efecto en la utilización del tipo de especificación de requisitos acorde al perfil cognitivo en las personas involucradas en el proceso sobre el tiempo utilizado en la comprensión de cómo los requisitos de software están textualmente especificados por el usuario.

- $H_{1,1}: = \neg H_{0,1}$

- $H_{0,2}$: No hay efecto en la utilización del tipo de especificación de requisitos acorde al perfil cognitivo en las personas involucradas en el proceso sobre la comprensión de los requisitos de software.

- $H_{1,2}: = \neg H_{0,2}$.

Pregunta 2: La satisfacción de las personas involucradas en el proceso respecto a la especificación de requisitos de software (SRS).

- $H_{0,3}$: No hay efecto en la utilización del tipo de especificación de requisitos acorde al perfil cognitivo sobre el tiempo utilizado en entender la especificación de requisitos modelada con un lenguaje semiformal dependiendo del perfil.

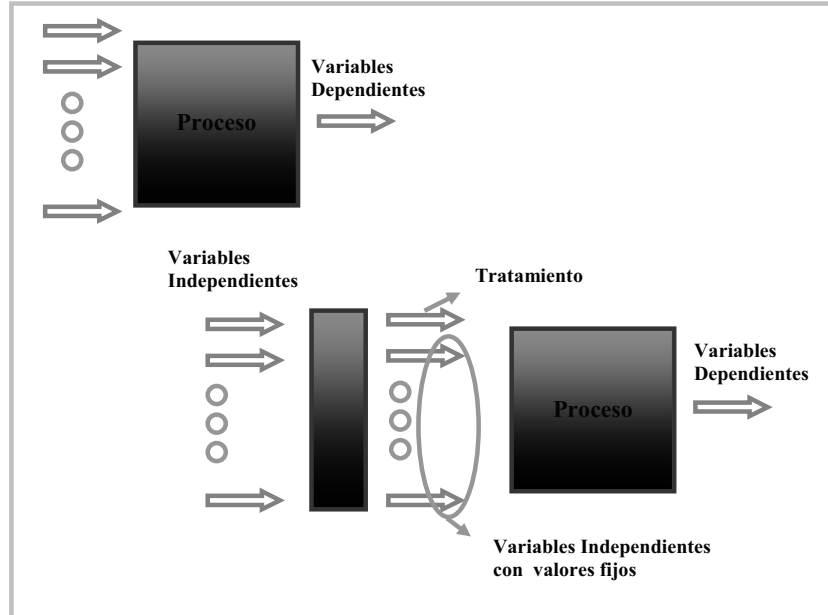


Figura 5.1: Relación entre variables dependientes e independientes dentro de un experimento

- $H_{1;3} = \neg H_{0;3}$.
- $H_{0;4}$: No hay efecto en la utilización del tipo de especificación de requisitos acorde al perfil cognitivo sobre la satisfacción de las personas involucradas en el proceso.
- $H_{1;4} = \neg H_{0;4}$.

Pregunta 3: Calidad en la priorización de los requisitos de software.

- $H_{0;5}$: No hay efecto en la utilización del tipo de especificación de requisitos acorde al perfil cognitivo de las personas involucradas en el proceso en el tiempo utilizado para la priorización de los requisitos de software.
- $H_{1;5} = \neg H_{0;5}$.

Además de formular las hipótesis, se analizó en forma paralela el efecto de la utilización de técnicas de elicitación conocidas en la calidad de la priorización de los requisitos de software.

5.2.2.3. Selección de las variables

Siguiendo el esquema de la Figura 5.1 en un experimento existen las variables dependientes, las variables independientes, los factores y los tratamientos.

Las variables *independientes* pueden ser manipuladas y controladas.

Los *factores* son aquellas variables cambiadas intencionalmente.

Un *tratamiento* es un tipo particular de factor.

Las variables *dependientes* son aquellas que necesitamos observar al hacer cambios en las variables independientes.

Vamos a detallar las variables dependientes e independientes seleccionadas en el experimento.

- Variables dependientes. Se definieron las siguientes:
 1. Grado de satisfacción de los stakeholders respecto a la especificación de requisitos (SRS)
 2. Grado de preferencia por la técnica de elicitación utilizada.
 3. Grado de comprensión de los requisitos.
 4. Grado de experiencia en la utilización de uso de las técnicas utilizadas.
 5. Calidad en la priorización de requisitos

La manera de medir la calidad en la priorización de requisitos fue mediante una comparación cualitativa basada en la valoración realizada por expertos, los cuales son docentes universitarios del área de Ingeniería de Software, que no están involucrados en el proyecto, evitando de esta manera influencias conscientes o no en el resultado del experimento.

En los casos de grado de preferencia, de experiencia y satisfacción se utilizaron encuestas con preguntas cerradas de tal manera de ser más específicas y preguntas abiertas como para asegurar mayor grado de compromiso al realizar estas encuestas y mayor grado de objetividad (sugerido por [Kitchenham y Pfleeger, 2002]), así como las pautas y principios de [Schwarz y Oyserman, 2001] que se basan en detectar la pérdida de información y la integridad de los datos obtenidos.

- Variables independientes.
 1. El perfil cognitivo de los individuos.
 2. El grupo al cual pertenece un individuo.

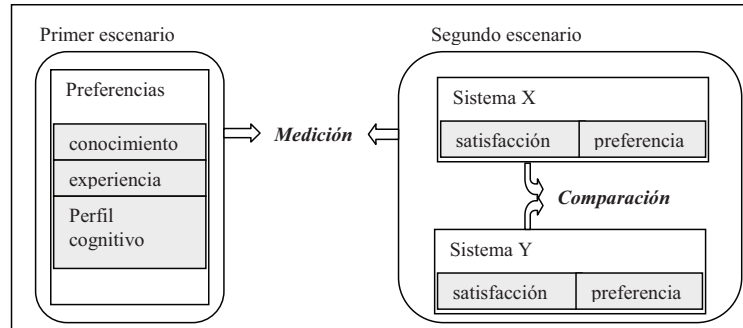


Figura 5.2: Esquema general del experimento

5.2.2.4. Selección de los sujetos

Se seleccionó el grupo de estudiantes de la carrera de Ciencias de la Computación de la Universidad Nacional del Comahue, ubicada en la ciudad de Neuquén, y un grupo de docentes del área de Ingeniería de Software. Se eligió a estudiantes avanzados que estén al final del tercer año de la carrera de sistemas, de tal manera que todos ellos tengan conocimiento para la realización del experimento. Los alumnos habían realizado prácticas en ingeniería de requisitos, de tal manera que conocían algunas técnicas de elicitación.

5.2.2.5. Diseño del experimento

Deseamos analizar el factor de utilización de técnicas de elicitación apropiadas o no. Para ello se dividió a los participantes para aplicar las distintas combinaciones de los factores.

Se diseñó el experimento de acuerdo a la modalidad cross-over [Ali-Babar et al., 2006], sugerida por [Judd et al., 1991], donde cada tratamiento es aplicado a cada equipo y luego se mide la diferencia intra-sujetos. Realizamos un experimento de validación cruzada para obtener resultados confiables. De acuerdo a esto, la población fue dividida en dos grupos, grupo A y grupo B, utilizando un dado para asegurar la aleatoriedad en la selección. De esta manera todos los sujetos tuvieron la misma posibilidad de pertenecer a cualquiera de los grupos. Independientemente del grupo al cual un estudiante fue asignado, las actividades a desarrollar deben ser hechas individualmente jugando el rol del analista de sistemas.

Esquema El experimento se desarrolló siguiendo un esquema como se puede visualizar en la Figura 5.2, donde se destacan dos escenarios diferentes.

1. En el primer escenario se reconoce el perfil cognitivo de cada individuo que realizará el experimento. Esta fase implica la detección de las preferencias según el modelo de aprendizaje F-S, así como un detalle de la experiencia de los individuos en la aplicación de técnicas de la elicitación ya sea como estudiantes o como practicantes en proyectos verdaderos.
2. En el segundo escenario se comparan las satisfacciones y preferencias de los individuos en cuanto a la priorización de requisitos de dos sistemas diferentes, también se consideran los tiempos utilizados tanto en comprender los requisitos y la especificación de requisitos. Dado una especificación de requisitos en un dominio conocido, se le pide al sujeto que defina un orden de prioridad de los requisitos. Luego se pide información referida a la percepción del individuo frente al trabajo realizado. En ambas partes del segundo escenario evaluamos la satisfacción de los individuos en la priorización de requisitos de una especificación particular del software así como los resultados obtenidos.

El esquema definido en el segundo escenario se detalla un poco más en la Figura 5.8.

La alternativa elegida en el diseño de experimento considera la siguiente nomenclatura:

X, Y, Z = tratamiento, variable independiente, causa

O = observación, efecto, variable dependiente

R = sujetos que han sido aleatoriamente asignados a un tratamiento.

En todos los diseños las variables independientes pueden variar entre o dentro de los sujetos.

Variación entre sujetos: La aleatorización se aplica para determinar qué sujetos son asignados a cual tratamiento

Variación dentro de los sujetos: La aleatorización se aplica para determinar el orden en que los temas serán expuestos a los diferentes tratamientos, por lo que se denominan diseños de mediciones repetidas.

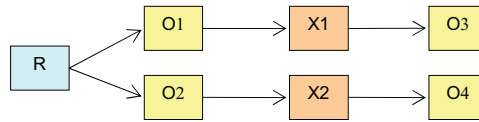
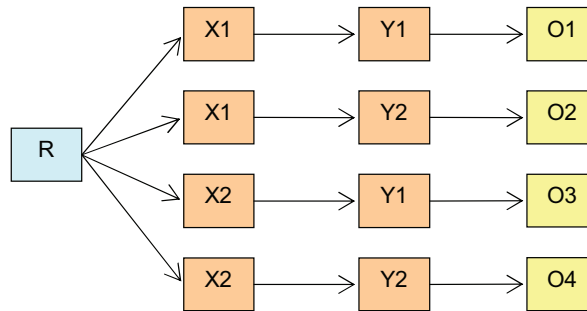


Figura 5.3: Mediciones repetidas



(a) Esquema

		Factor X	
Factor Y	X1	X2	
Y1	X1-Y1	X2-Y1	
Y2	X1-Y2	X2-Y2	

(b) Representación

Figura 5.4: Diseño factorial

En nuestro caso se eligieron dos alternativas, en algunos casos se trabajó mediciones repetidas dentro de un grupo “intra-sujetos”, y en otros casos se trabajó con mediciones diferentes para sujetos diferentes “entre sujetos”, la alternativa se eligió de acuerdo a las características a analizar en cada caso. En resumen, los diseños utilizados siguen el esquema de la Figura 5.3, en unos casos, y el otros se eligió un diseño factorial, que presenta una combinación de dos variables independientes, el cual tiene la forma de la Figura 5.4a y está representado por la Figura 5.4b.

Cuando analizamos cada variable independiente con respecto a los resultados debemos considerar la posibilidad de que si bien los diferentes valores de la variable no representen importantes cambios en los resultados, al analizar la interacción entre las variables independientes, puede existir alguna relación entre los diferentes valores de variables independientes.

	A	B
P ₊	Tratamiento 1	Tratamiento 2
P ₋	Tratamiento 3	Tratamiento 4

Figura 5.5: Distribución de tratamientos

Puesto que en el experimento se desea analizar de acuerdo a dos factores, el primero es *perfil cognitivo con preferencia afín* (P_+) donde *perfil cognitivo sin preferencia afín* será (P_-); y el segundo factor es la división de dos grupos de personas de forma aleatoria, donde *grupo A* (A) y *grupo B* (B). Como cada una de las variables tiene 2 niveles se pueden generar 4 combinaciones posibles de factores:

- *Tratamiento 1*: utilizan la especificación correspondiente al perfil cognitivo *con* determinada preferencia y el grupo A (P_+, A)
- *Tratamiento 2*: utilizan la especificación correspondiente al perfil cognitivo *con* determinada preferencia y el grupo B (P_+, B)
- *Tratamiento 3*: utilizan la especificación correspondiente al perfil cognitivo *sin* determinada preferencia y el grupo A (P_-, A)
- *Tratamiento 4*: utilizan la especificación correspondiente al perfil cognitivo *sin* determinada preferencia y el grupo B (P_-, B)

En la Figura 5.5 puede observarse la distribución de los tratamientos de acuerdo a los valores de las variables independientes *Perfil cognitivo afín* y *Grupo*.

5.2.2.6. Instrumentación

Vamos a detallar lo referente a la instrumentación del experimento, para ello definimos el tamaño de los grupos, el esquema del experimento, el dominio de aplicación, la documentación utilizada, los instrumentos de medición y las tareas que se requiere realizar en cada etapa.

Tamaño de los grupos Como nuestro análisis no estaba enfocado en la comunicación entre las personas sino con respecto a una especificación de requisitos, y dada la cantidad de sujetos en condiciones de realizar el experimento, se trató de utilizar la mayor muestra posible, por lo que se consideró cada persona en forma individual. De esta manera cada sujeto trabajó individualmente, haciendo las veces de usuario o cliente.

Esquema La sección de preferencias y conocimiento referida en el primer escenario se lleva a cabo a través de cuestionarios individuales. Dura alrededor de 40 minutos y consiste en dos cuestionarios. El primero consulta sobre experiencias en elicitación de requisitos y sobre facilidad y preferencias en técnicas de elicitación. El segundo detecta los perfiles cognitivos de los individuos.

Las siguientes dos fases implican trabajar con la simulación de un problema real.

Definición del Dominio del caso de estudio Para evitar inconvenientes o amenazas respecto al dominio, se utilizó un dominio conocido por todos los sujetos que realizaban el experimento. Se utilizaron sistemas basados en la vida universitaria, en particular relacionados con el cursado y dictado de materias.

En este caso trabajamos con la especificación de dos aplicaciones del dominio académico asegurando familiaridad para todos los estudiantes. Previamente, un grupo de expertos (profesores de Ingeniería de Software) fueron consultados para analizar y verificar ambas especificaciones de requisitos de software (SRSs).

En ambas aplicaciones el rol de los estudiantes fue el de cliente o usuario y la tarea principal de los estudiantes consistió en entender los requisitos software y establecer un ranking de prioridades de ambas aplicaciones independientes, las cuales las denominamos sistema X y sistema Y .

El objetivo principal del primer sistema (X) fue optimizar tanto la asignación de aulas de la facultad como los recursos materiales de la facultad, situación que sufren a menudo los estudiantes, por lo cual estaban al tanto del problema.

El objetivo principal del segundo sistema (Y) fue agregar nuevas funcionalidades a la plataforma web PEDCO utilizada en informática como instrumento de conexión entre profesores y estudiantes¹; se realizó un tratamiento similar a la SRS del sistema X . El rol de los profesores universitarios que participaron en la investigación fue el de analistas, definiendo en ambos sistemas las especificaciones de los mismos.

¹<http://pedco.uncoma.edu.ar>

Definición de la documentación e instrumentos de medición Los documentos utilizados durante la ejecución del experimento, disponibles en Apéndices A.1.2, en A.2 y en A.3, son:

1. Cuestionario previo al experimento Este cuestionario debió ser completado por todos los sujetos. Por medio del mismo se obtuvo información sobre el conocimiento, la experiencia y la preferencia de las distintas técnicas de elicitación.
2. Cuestionario del modelo de Felder y Silverman. Este test fue diseñado por Richard Felder y Bárbara Soloman para obtener la clasificación respecto del modelo Felder-Silverman y que está disponible en la página de la Universidad de Carolina del Norte², el mismo cuenta con 44 preguntas de opción múltiple (dos opciones por pregunta).
3. Enunciado elaborado para usuarios y formulario de trabajo para el sistema X. Este documento se realiza de acuerdo a un tipo de especificación definida.
4. Segundo enunciado elaborado para usuarios y formulario de trabajo para el sistema X. Este documento se realiza de acuerdo a un tipo diferente de especificación respecto del formulario anterior.
5. Cuestionario para usuarios sobre el sistema X. Este cuestionario recopila información sobre las apreciaciones de los usuarios al realizar el trabajo previo. (Formulario correspondiente al ítem 3 o 4).
6. Enunciado y formulario de trabajo para usuarios correspondiente al sistema Y. Este documento se realiza de acuerdo a un tipo de especificación definida.
7. Segundo enunciado elaborado para usuarios y formulario de trabajo para el sistema Y. Este documento se realiza de acuerdo a un tipo diferente de especificación respecto del formulario anterior.
8. Cuestionario del cliente posterior al al sistema Y. Como es posterior a ambos sistemas, este cuestionario no sólo recopila información sobre las apreciaciones de los usuarios al realizar los trabajos previos sino que también los compara entre sí.

²<http://www.engr.ncsu.edu/learningstyles/ilsweb.htm>

Preguntas	Hipótesis	Instrumento
Pregunta 1: Comprensión de las personas involucradas en el proceso respecto a los requisitos de software.	H ₁ ,H ₂ ,H ₃ ;	Cuestionario del cliente posterior al experimento
Pregunta 2: La satisfacción de las personas involucradas en el proceso respecto a la especificación de requisitos de software (SRS).	H ₁ ,H ₂ ,H ₃ ;	Cuestionario del cliente posterior al experimento
Pregunta 3: Calidad en la priorización de los requisitos de software.	H ₁ ,H ₂ ,H ₃ ;	Análisis de los cuestionarios posteriores al experimento

Tabla 5.5: Relación entre instrumentos e hipótesis

En la Tabla 5.5 puede observarse como se relacionan las preguntas de investigación e hipótesis con los instrumentos *Cuestionario posterior al experimento* y el *Análisis de cuestionarios posteriores al experimento*.

Tareas a realizar Las tareas a realizar antes, durante y después de la ejecución del experimento, son las que se detallan a continuación:

1. Previo al inicio del experimento, como muestra el primer escenario correspondiente a la Figura 5.2, cada sujeto debía completar un cuestionario para conocer su conocimiento y su experiencia en técnicas de elicitación de requisitos y su perfil cognitivo (Cuestionario Previo al Experimento, disponible en el Apéndice A.1.1).
2. A continuación, los grupos se formarían asignando los participantes aleatoriamente, sin considerar experiencia o edad (dado que los grupos son homogéneos).
3. El tesista define la técnicas a utilizar en la SRS de acuerdo al perfil cognitivo del grupo.
4. El tesista desarrolla la SRS del sistema de acuerdo a las técnicas definidas a utilizar.
5. Cada sujeto perteneciente a uno de los grupos, a partir de la SRS elaborada para ese grupo y sobre una lista definida de requisitos del sistema, debía definir

un orden de prioridades para los requisitos, dando un plazo determinado de finalización .

6. Una vez finalizado el plazo, cada individuo de ambos grupos debía entregar la lista de requisitos con un orden de prioridad, así como su apreciación sobre el trabajo realizado.
7. Los docentes del area de Ingeniería de Software realizan la priorización de requisitos.
8. Luego se analiza el trabajo realizado por cada individuo, su apreciación, luego se compara la priorización de requisitos contra la realizada por los expertos, en algunos puntos se comparan las apreciaciones emitidas por los individuos para los dos desarrollos.

5.2.2.7. Evaluación de la validez

Para asegurar la validez del experimento, éste se debe realizar bajo un proceso sistemático [Wohlin et al., 2000], y considerar posibles causales que puedan afectar a dicho experimento. Las causales que pueden afectar la validez del experimento se las llama amenazas, y aquellas que no pudieron ser eliminadas se las trató de minimizar. Aquí presentamos un conjunto de posibles amenazas que pueden darse al realizar experimentos en la ingeniería de software y la manera que utilizamos para minimizarlas.

Antes de analizar los resultados sucintos, es necesario verificar si tanto las especificaciones del software como los requisitos a priorizar, están bien definidos y entendidos.

Las amenazas internas se refieren a relaciones entre un tratamiento y su resultado donde no existe ninguna relación causal. Incluso si se detecta que una técnica A ha demostrado ser mejor que una técnica B en un experimento, esto no significa necesariamente que la técnica A sea siempre mejor que la técnica B. La aplicación acertada de una técnica no puede ser considerada por la calidad de la técnica en sí misma, sino que puede ser causa de otros factores, tales como la habilidad de los analistas y de su experiencia con procesos similares al que se está usando, a la capacidad de comunicación, o a la complejidad total del proceso a ser elicitado. Para evitar amenazas referidas al conocimiento y utilización de técnicas conocidas, en el caso de estudio no sólo se obtiene los datos respecto al resultado de su utilización como

por ejemplo: tiempo utilizado, conflictos; sino que además se le preguntó al estudiante sobre su experiencia en las técnicas utilizadas.

En este contexto es muy difícil recoger datos confiables en un nivel de detalle específico, por lo que para obtener resultados confiables, en los casos donde se pudo, utilizamos un experimento de validación cruzada.

- Tipo de amenaza: Selección
 - Cómo aparece: Los individuos seleccionados en un grupo son más intuitivos, más ágiles o estén más capacitados que en otro grupo. Esto podría dejar el resultado en función de los individuos seleccionados
 - Cómo se minimiza: Todos mantenían el mismo rango de edad, pero se realizó en la segunda mitad del cursado para trabajar sólo con aquellos estudiantes que hayan aprobado las primeras instancias del cursado; además sólo participaron estudiantes que cursaran por primera vez la asignatura, lo que los nivela dentro del mismo rango en conocimiento de la materia. Sin embargo se trató que los grupos sean heterogéneos de acuerdo al género. La elección de los grupos fue aleatoria, por lo cual la selección de los individuos influye lo menos posible en el tratamiento de las variables dependientes.

- Tipo de amenaza: Maduración
 - Cuándo aparece: Cuando por alguna razón, ya sea tiempo o experiencia, algunos individuos han madurado el experimento, por lo cual al realizar nuevamente una determinada actividad ésta la realicen mejor por el conocimiento adquirido. También puede darse el caso contrario, luego de un cierto tiempo el experimento se torna tedioso.
 - Cómo se minimiza: Para evitar una maduración desbalanceada se trató de que el objeto de estudio sea totalmente conocido para todos los individuos en ambos casos. Para evitar aburrimiento del ejercicio y diferentes estados anímicos en cada una de las etapas se dio el tiempo suficiente (5 días) para realizar el ejercicio en forma relajada.

- Tipo de amenaza: Historia
 - Cuándo aparece: Son los acontecimientos que ocurren en durante el curso del estudio (políticos, físicos o sociales). Un posible problema podría ser que

se enferme un individuo, o que haya tenido algún problema particular y le sea imposible continuar con el experimento, o posibles interrupciones de cualquier fuente no deseada.

- **Cómo se minimiza:** Es nuestra experiencia que cerca de época de parciales y finales, los estudiantes se abocan a las asignaturas que les resultan más difíciles o que les insumen más esfuerzo; es por ello que, para minimizar esta amenaza, se trató que la experiencia sea en un momento donde los individuos no tengan ejercicios extra curriculares. Además para obtener siempre una mínima cantidad de resultados posibles, cada individuo realizó el experimento individualmente.
- **Tipo de amenaza: Instrumentación**
 - **Cuándo aparece:** Cuando un individuo prefiere o utiliza mejor una técnica determinada, lo que influye en el resultado final .
 - **Cómo se minimiza:** Para minimizar esta amenaza, se definen como técnicas de elicitación válidas, las conocidas y utilizadas por todos.
- **Tipo de amenaza: Efecto reactivo de prueba**
 - **Cuándo aparece:** Cuando un trabajo, tarea o actividad preliminar disminuye o aumenta la sensibilidad al experimento.
 - **Cómo se minimiza:** Si bien se utilizó una ejercitación similar, se trató que los dos ejercicios sean diferentes aunque sean del mismo dominio, para que el conocimiento adquirido en el primero influya lo mínimo posible en el segundo ejercicio.

5.2.3. Operación del experimento

De acuerdo a las etapas del proceso de planificación de un experimento, luego de la definición y planificación del mismo, entramos en la etapa de operación.

5.2.3.1. Preparación

A continuación se detallan las tareas previas a la operación del experimento tanto en lo respectivo a la documentación como a los equipos.

Documentación La documentación fue diseñada y revisada por partes, ya que el experimento dependía mayoritariamente de las preferencias del grupo de individuos que iban a realizarlo.

La primer documentación diseñada fueron las encuestas que se realizarían a los estudiantes.

A partir del análisis de esta primer documentación, de acuerdo a los resultados del mismo se diseñó la documentación restante a ser utilizada, la cual también fue revisada por docentes del area de ingeniería de software. Sobre esta última documentación se realizaron varias pruebas piloto para poder precisar y simplificar la tarea a realizar por el estudiante, además de agregarle preguntas sobre la realización de dicha tarea de tal forma de poder deducir si el individuo realizaba o no a conciencia la actividad.

Asignación de los individuos a los equipos y tratamientos Si bien los individuos sabían que estaban realizando un experimento, se lo presentó como una práctica que debían realizar para la asignatura de Bases de datos, previa aceptación de los docentes; por lo cual se lo trabajó como un práctico obligatorio común. Los prácticos obligatorios tiene una fecha de caducidad, y pueden ser consultados las veces que sea necesario. Para las consultas se utilizó un una dirección de correo electrónico.

Luego de tener el total de individuos que harían el experimento, se los dividió en dos equipos, cada uno con un tratamiento diferente, usando para asegurar aleatoriedad un dado. Como la decisión era entre dos posibles equipos se consideró como opción 1 los valores (1,2,3) y la opción 2 los valores (4,5,6); de manera que hubiera un 50 % de probabilidades de estar en cada conjunto.

Luego de la separación en equipo se constató ambos grupos, para una mejor aclaración asignamos los pseudónimos compuesto por $P+\text{dígito identificador}$ ($P1, P2, \dots, P23, P24$):

- Se eliminó un individuo cuyo cuestionario cognitivo fue invalidado debido a constatarse copia de la información, por lo cual la cantidad inicial de individuos se decrementó en uno.
- Al momento de realizar el experimento la mayoría de los individuos eran de género masculino, había sólo tres mujeres ($P3, P8, P12$) y en los dos grupos quedó al menos una mujer.
- Se constataron la edad de los estudiantes, los individuos estaban todos dentro del rango de hasta 25 años.

	A	B
P ₊	P3, P8, P11, P18, P22, P23 <i>T1</i>	P7, P10, P12, P14, P20 <i>T2</i>
P ₋	P1, P2, P16, P17, P19 <i>T3</i>	P4, P5, P6, P9, P13, P15, P21 <i>T4</i>

Figura 5.6: Sujetos respecto a la distribución de tratamiento

- El grupo A quedó determinado por las personas *P1, P2, P3, P8, P11, P16, P17, P18, P19, P22, P23* (11 personas), mientras que el grupo B con *P4, P5, P6, P7, P9, P10, P12, P13, P14, P15, P20, P21* (12 personas).
- Finalmente los sujetos respecto a la distribución de tratamiento, quedaron de acuerdo a como muestra la Figura 5.6.

5.2.3.2. Ejecución

En las siguientes secciones explicaremos lo acontecido en los pasos utilizados en la ejecución del experimento.

Sobre el instrumento de análisis de preferencias se obtuvo la distribución de preferencias cognitivas de los sujetos que realizaban el experimento, como puede observarse en la Figura 5.7, que se desprende de la Tabla 5.6 donde para cada dimensión se detallan los porcentajes obtenidos para preferencias fuertes o moderadas (*Mod-Str*) y para las leves o balanceadas (*Mild*).

Es importante destacar la preferencia visual como la preferencia fuerte y moderada con el porcentaje más alto el 47.83 %, en contraste con la preferencia verbal con 4.35 %. Estos resultados concuerdan con estudios similares [Felder y Spurlin, 2005], indicando que la muestra puede ser representativa y actuar como base en un análisis complementario.

A partir de estos resultados se preparó el material correspondiente al segundo escenario esquematizado en la Figura 5.2.

Material relacionado con las preferencias cognitivas Tomando en cuenta que nuestra intención es hacer sentir a la gente más cómoda utilizando especificaciones

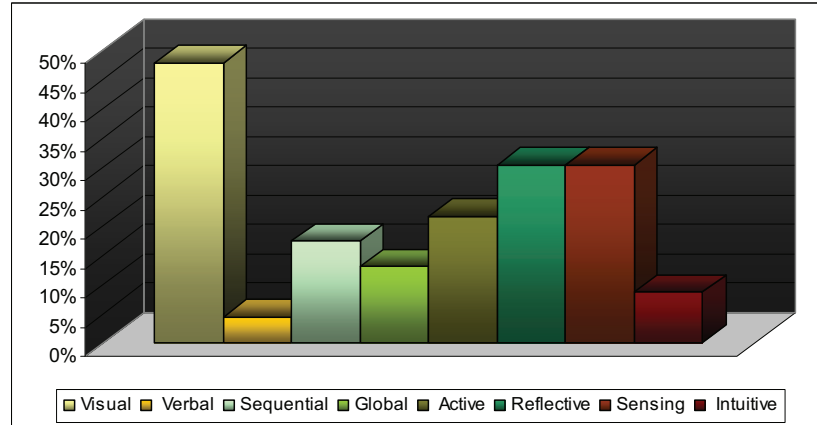


Figura 5.7: Distribución de Preferencias Cognitivas

Act-Ref		Sens-Int				Vis-Vrb			Seq-Glo		
Mod-Str	Mod-Str	Mod-Str	Mod-Str	Mod-Str	Mod-Str	Mod-Str	Mod-Str	Mod-Str	Mod-Str	Mod-Str	
Act	Mild	Ref	Sens	Mild	Int	Vis	Mild	Vrb	Seq	Mild	Glo
21,74%	47,83%	30,43%	30,43%	60,87%	8,70%	47,83%	47,83%	4,35%	17,39%	69,57%	13,04%

Tabla 5.6: Distribución Preferencias Cognitivas

de software afines a sus preferencias cognitivas, y que la preferencia más común fuerte o moderada fue la visual (casi la mitad de la población), utilizamos en el experimento una especificación visual y una no visual. Esto significa que el material consistió en un SRS enfocado en preferencias visuales ($X1$) y otro SRS enfocado a preferencias no visuales ($X2$).

Considerando los conocimientos de los individuos que realizaban el experimento, se determinó que la especificación visual estaría conformada por diagramas (UML, diagramas de clase y diagramas de secuencia) y gráficos de Casos de Uso.

La especificación no visual estaría conformada por la misma información dada en la visual, pero de una manera textual (no visual).

Previamente, un grupo de expertos (profesores de Ingeniería de Software) fueron consultados para analizar y verificar ambas especificaciones de requisitos de software (SRSs) así como su similitud.

De una manera similar se repitió este tratamiento en otra aplicación de software (aplicación completamente diferente pero perteneciente al mismo dominio académico), para una especificación no-visual SRS ($Y2$) y para una SRS visual ($Y1$).

Gráficamente, el esquema ilustrado en la Figura 5.8 detalla los pasos

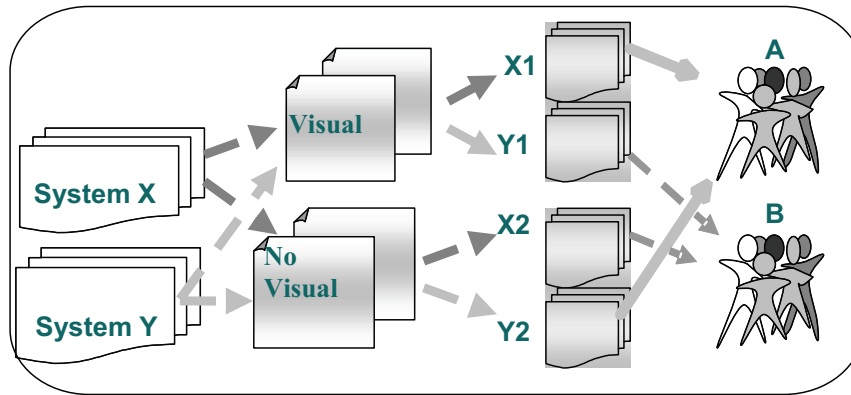


Figura 5.8: Esquema detallado del segundo escenario

	A	B
P ₊	P3, P8, P22, P23 <i>T1</i>	P10, P12, P20 <i>T2</i>
P ₋	P1, P2, P16, P17, P19 <i>T3</i>	P4, P5, P9, P15, P21 <i>T4</i>

Figura 5.9: Situación al realizar la tarea 6 del sistema X

correspondientes al segundo escenario de la Figura 5.2.

Resumiendo las SRS visuales $X1$ e $Y1$ se diseñaron a partir de diagramas funcionales gráficos mostrando las funciones del sistema, diagramas de clase UML, Casos de Uso y Diagramas de Secuencia. Las especificaciones SRS no-visuales ($X2$, $Y2$) describen el mismo sistema utilizando notación textual.

Inconvenientes durante el experimento El mayor inconveniente fue que se debió trabajar sólo con técnicas ya conocidas y utilizadas por todos los sujetos, y que estas no eran muchas.

Otro inconveniente fue la cantidad de alumnos que al no terminar el cursado de la asignatura, no tuvieron intenciones de finalizar el experimento, por lo que hubo en cada una de las etapas deserciones (8 en total), la mayor de las cuales fue al realizar el primer cuestionario (6). Para mostrar las deserciones existentes en la tarea 6, correspondiente al sistema X, la situación era la mostrada en la Figura 5.9, mientras que la situación final fue la mostrada en la Figura 5.10.

	A	B
P ₊	P3, P8, P22 <i>T1</i>	P10, P12, P20 <i>T2</i>
P ₋	P2, P16, P17, P19 <i>T3</i>	P4, P5, P9, P15, P21 <i>T4</i>

Figura 5.10: Situación final del experimento

Comunicación durante el experimento El experimento se realizó bajo la modalidad de un trabajo obligatorio, por lo cual se siguió los mismos canales de comunicación establecidos por la cátedra Teoría y Diseño de Bases de Datos para los ejercicios obligatorios. La comunicación fue a través de la Plataforma de Educación a Distancia PEDCO, y se utilizaron documentos para subir la información. Los alumnos contestaron a las asignaciones dadas en los documentos mediante tareas, utilizando como medio de comunicación una dirección de email preestablecida.

En la Tabla 5.7 se muestra el crognograma semanal de actividades desarrolladas en el experimento realizado en el año 2009.

5.2.4. Análisis

Vamos a presentar los dos tipos de análisis realizados, el análisis estadístico y el cualitativo.

- El análisis estadístico deriva de un conjunto de datos de una muestra, con el objetivo de estimar o contrastar características de una población o modelo estadístico. Utilizamos este análisis para rechazar o no las hipótesis nulas formuladas con una determinada probabilidad de acierto.
- El análisis cualitativo se utiliza informalmente para acercar posibles observaciones sobre determinadas variables. Si bien este tipo de análisis no sirve para rechazar hipótesis nulas es de gran ayuda para ilustrar los datos estadísticos u observar otras variaciones.

Análisis estadísticos En las próximas secciones se presentarán los resultados obtenidos en el experimento para cada una de las hipótesis formuladas.

Semana	Tarea	Agente	Modo de comunicación
Semana del 28 de Septiembre	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Cuestionario previo al experimento. ✓ Definición de los dominios de los casos de prueba. 	Tesista	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Instrucciones generales de cómo realizar el experimento. ✓ El cuestionario se subió a la plataforma como documento.
Semana del 5 de Octubre	Entrega del resultado del cuestionario	Participantes	Tareas en la plataforma
Semana del 12 de Octubre	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Análisis de los perfiles cognitivos ✓ Agrupación de sujetos. ✓ Definición de la especificación a utilizar 	Tesista	
Semana del 19 de Octubre	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Armado de los escenarios para el primer caso de estudio ✓ Armado de los cuestionarios para los dos escenarios del primer caso de estudio 	Tesista	
Semana del 26 de Octubre y del 2 de Noviembre	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Constatar que las especificaciones y la similitud entre los dos escenarios sean correctas. ✓ Armado de la priorización de requisitos 	Docentes expertos	Reunión y conversaciones presenciales.
Semana del 9 de Noviembre	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Informar la conformación de grupos ✓ Informar las actividades a desarrollar correspondientes al primer caso de estudio 	Tesista	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Documento informativo con instrucciones de cómo realizar el caso de estudio. ✓ Documento referido a la actividad de priorización.
Semana del 16 de Noviembre	Entrega el resultado de la actividad y resultado del cuestionario	Participantes	Tareas en la plataforma
Semana del 23 de noviembre	Armado del cuestionario para los dos escenarios del segundo caso de estudio	Tesista	
Semana del 30 de Noviembre	Informar las actividades a desarrollar correspondientes al segundo caso de estudio	Tesista	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Documento informativo con instrucciones de cómo realizar el segundo caso de estudio. ✓ Documento referido a la actividad de priorización.
Semana del 7 de Diciembre	Entrega el resultado de la actividad y resultado del cuestionario	Participantes	Tareas en la plataforma

Tabla 5.7: Cronograma de actividades desarrolladas en el experimento

Previo a realizar el análisis detallaremos conceptos utilizados en el mismo. Para el análisis de cada una de las preguntas se utilizó un software estadístico de validación StatSoft Inc ³.

Para el análisis se utilizaron estadísticas no paramétricas ya que no se puede tener certeza de la distribución estadística de la muestra utilizada, además la cantidad de muestras tomadas no es relativamente grande (en nuestro caso se podría hablar de grande cuanto tenemos una cantidad de 100 sujetos para realizar el experimento). Los métodos no paramétricos no confían en la valoración de los parámetros (tales como la desviación estándar) que describen la distribución de la población de la variable de interés, por eso son métodos independientes del tipo de distribución.

Podemos sin embargo adelantar que tomando en cuenta las características de la población, se podría decir que la variable de distribución de las personas de acuerdo a los estilos cognitivos sigue una distribución normal.

Básicamente, y de acuerdo a cómo se realiza el análisis de los casos, existen diferentes categorías (cada una con un equivalente no paramétrico):

- Pruebas de diferencias entre los grupos (muestras independientes);
- Pruebas de diferencias entre las variables (muestras dependientes);
- Pruebas de relaciones entre las variables.

Comparaciones para muestras independientes:

Si tenemos dos muestras independientes y quisiéramos compararlas para una cierta variable de interés, en relación a su valor medio utilizamos las alternativas no paramétricas para el t-Test de muestras independientes, que son los test de *Wald-Wolfowitz*, el *test de Mann-Whitney U*, y el test de dos-muestras de *Kolmogorov-Smirnov*.

Comparaciones para muestras dependientes:

Si tenemos dos muestras dependientes y queremos compararlas para una cierta variable de interés utilizamos las alternativas no paramétricas al t-Test que son el *Sign Test* o el *Test de Pares de Wilcoxon*. Si las variables del interés son dicótomas por naturaleza entonces utilizamos el test de *Chi-cuadrado de McNemar*.

Relaciones entre las variables:

³<http://www.statsoft.com>

Para las relaciones entre variables se utiliza el coeficiente de correlación. Los equivalentes no paramétricos al coeficiente de correlación estándar son *Spearman R*, *Kendall Tay* y *coeficiente Gamma*. Si las dos variables del interés son dicotómicas en su naturaleza (ej., "visual" contra "verbal") las estadísticas utilizadas para probar la relación entre las dos variables son el *Test Chi-cuadrado*, el *Coeficiente Phi*, y el *Test exacto de Fisher*. Además, una prueba simultánea para las relaciones entre los casos múltiples puede ser el *Coeficiente de concordancia de Kendall*.

Diseños En muchos casos, los experimentos piden la inclusión de los factores entre grupos y repeticiones de las medidas. Por ejemplo, podemos medir las habilidades al resolver situaciones en los estudiantes visuales y no visuales (ejemplo, preferencia, un factor entre grupos) en dos etapas diferentes de un experimento. Las dos medidas en cada estudiante constituirían un factor de mediciones repetidas. La interpretación de efectos principales y de interacciones no se ve afectada si un factor se mide entre grupos o mediciones repetidas, y ambos factores pueden obrar recíprocamente.

Si se desea administrar la misma prueba a los mismos sujetos en circunstancias diferentes, a estos diseños se les conoce como diseño intra-sujetos o diseño de mediciones repetidas.

En algunos casos podemos considerar grupos independientes si sólo tomamos un factor: por ejemplo, podríamos analizar el comportamiento de los estudiantes visuales frente a los no visuales considerando una determinada especificación.

Escalas de medición Las variables se diferencian en cuánta información puede proporcionar su escala de medida. Hay obviamente un cierto error de medida implicado en cada medición, que determina la "cantidad de información" que podemos obtener. Otro factor que determina la cantidad de información que se puede proporcionar por una variable es el "tipo" de la escala de medidas. Las variables se clasifican específicamente como 1) nominal, 2) ordinal, 3) intervalo, o 4) cociente.

1. Las variables nominales permiten solamente clasificación cualitativa. Es decir, pueden ser medidas solamente en términos de si los artículos individuales pertenecen o no a algunas categorías, pero no podemos cuantificar o dar un orden respecto a dichas categorías. En nuestro caso utilizamos la variable Preferencia (visual, no visual)

2. Con variables ordinales se puede dar un orden a los artículos que medimos en términos de cuáles tienen menos y cuáles tienen más de la calidad representada por la variable, pero todavía no podemos decir el " cuánto más". En nuestro caso tenemos por ejemplo que las personas prefieren "mucho", "bastante" o "poco" de una especificación. Esto nos da una idea de qué es mejor, pero no informa cuánto más es "mucho" con respecto a "bastante".
3. Con variables de intervalo, se puede no sólo dar un orden para los artículos que se miden sino que se puede también cuantificar y comparar los tamaños de diferencias entre los valores. Se utilizaron estas mediciones al determinar el tiempo que llevó realizar la actividad de priorizar los requisitos. Podemos decir que 40 minutos es más que 20 minutos y que el aumento es el doble.
4. Las variables cociente son muy similares a las variables del intervalo. Además de poseer todas las características de las variables del intervalo, ofrecen un punto cero absoluto identificable. En nuestro caso no se utilizaron este tipo de variables.

5.2.4.1. Análisis de la pregunta 1

La primera pregunta de nuestra investigación se refiere a si los stakeholders perciben que comprenden mejor los requisitos de software definidos textualmente cuando se utiliza una especificación de acuerdo a su estilo cognitivo.

A continuación se analizarán los datos utilizando tests estadísticos para determinar si se puede rechazar la hipótesis nula. Para ello se aplicarán métodos no paramétricos, de acuerdo al tamaño ajustado de la muestra y al rango discreto [Juristo y Moreno, 2001].

En todos los casos, las variables utilizadas serán:

- Preferencia Visual/no visual,
- Grupo A/B,
- Desarrollo X, Y

La hipótesis que corresponde es la siguiente:

$H_{0,1}$: No hay efecto en la utilización del tipo de especificación de requisitos acorde al perfil cognitivo en las personas involucradas en el proceso sobre el tiempo utilizado en la comprensión de los requisitos de software, cuando éstos están textualmente especificados.

El ítem que se considera para analizar la pregunta es:

- Formulario I, sección III, Pregunta 11, ítem: Tiempo tardado en comprender los requisitos (Apéndice A.2.4).

La información referida a esta pregunta está analizada en términos de cantidad de minutos.

Debido a que el desarrollo X tiene mayor cantidad de requisitos que el desarrollo Y, no vamos a comparar los tiempos de comprensión de los requisitos de ambos sistemas (desarrollo X y desarrollo Y) en el mismo test porque los resultados no serían válidos, ya que existe una considerable diferencia entre ambos desarrollos. De esta manera consideramos para esta hipótesis el tiempo de los distintos individuos frente a una especificación visual y el tiempo de los distintos individuos frente a una especificación no visual sólo para el primer desarrollo.

Para analizar la hipótesis $H_{0,1}$ se introdujeron al sistema de estadísticas las respuestas de los participantes respecto al tiempo utilizado como la variable *Tiempo_F1* y se han considerado dos muestras, una para las personas con preferencias afines y otra para el resto de los individuos. En este caso, al considerarse dos muestras, los tests no paramétricos aplicables son el *Test U de Mann-Whitney* y el *test W de Wilcoxon*, cuyos resultados se observan a continuación.

Se realiza la comparación de dos muestras independientes (personas con preferencias afines y no afines) sólo para el primero de los desarrollos (SistemaX). Los datos ingresados al sistema fueron:

- Agrupados por = Acorde/No acorde
- Personas Afines, Individuos $P2, P3, P4, P5, P6, P9, P10, P13, P14, P15$
- Personas no afines, Individuos $P1, P7, P8, P11, P12$
- Variable Dependiente = Tiempo (en minutos) en entender los requisitos de software.

Tanto en el *Test de Wald-Wolfowitz*, Figura 5.11, como en el *Test de Mann-Whitney U* que se muestra en la Figura 5.12, y el *Test de dos-muestras de Kolmogorov-Smirnov*, Figura 5.13 se puede observar la medida estimada del grado representativo de la población, denominado *nivel-p*.

Técnicamente el nivel-p representa un índice de disminución de la confiabilidad de un resultado. Cuanto más alto es el nivel-p, menos podemos confiar que sea un indicador

Wald-Wolfowitz Runs Test (Exp2_gral1)										
By variable Acorde										
Marked tests are significant at p <,05000										
Variable	Valid N Group 1	Valid N Group 2	Mean Group 1	Mean Group 2	Z	p-level	Z adjstd	p-level	No. of Runs	No. of ties
Time_Reql	5	10	27,60000	13,20000	-2,23212	0,025608	1,927739	0,053889	4	1

Figura 5.11: Test de Wald-Wolfowitz para $H_{0,1}$

Mann-Whitney U Test (Exp2_gral1)									
By variable Acorde									
Marked tests are significant at p <,05000									
variable	Rank Sum Group 1	Rank Sum Group 2	U	Z	p-level	Z adjusted	p-level	Valid N Group 1	Valid N Group 2
Time_Reql	62,00000	58,00000	3,000000	2,694439	0,007051	2,713893	0,006650	5	10

Figura 5.12: Test de Mann-Whitney U para $H_{0,1}$

confiable ente las variables de las muestras. Específicamente, el valor nivel-p representa la probabilidad del error que está implicado en aceptar nuestro resultado observado como válido. Se considera generalmente un nivel de error aceptable cuando este valor es menor a 0.05. Vemos un nivel-p bajo en el caso de minutos empleados tanto por las personas con preferencia acordes y no acordes a la SRS (variable Time_Reql) en las tres pruebas mencionadas, con un nivel-p de 0.025 en el *Test de Wald-Wolfowitzel*, con un nivel-p de 0.007 en el *Test de Mann-Whitney U* y con un nivel-p menor de 0.05 en el *Test de Kolmogorov-Smirnov*.

No siempre los valores dados en el nivel-p son aceptables en todas las pruebas realizadas como vemos en este caso. Los sujetos son agrupados por la variable *acorde* que indica especificación acorde (para las personas visuales, especificación visual; en cambio para las no visuales, la otra especificación).

El software utilizado destaca valores en otro tono para aquellos parámetros utilizados en el rechazo de la hipótesis (valores Z , *nivel-p* del *Test de Wald-Wolfowitz*, valores Z , *nivel-p* y Z *ajustado* del *Test de Mann-Whitney U*, y todos los valores del *Test de dos-muestras de Kolmogorov-Smirnov*).

Kolmogorov-Smirnov Test (Exp2_gral1)									
By variable Acorde									
Marked tests are significant at p <,05000									
variable	Max Neg Differnc	Max Pos Differnc	p-level	Mean Group 1	Mean Group 2	Std.Dev. Group 1	Std.Dev. Group 2	Valid N Group 1	Valid N Group 2
Time_Reql	0,00	0,800000	p < .05	27,60000	13,20000	6,426508	6,729702	5	10

Figura 5.13: Test de Kolmogorov-Smirnov para $H_{0,1}$

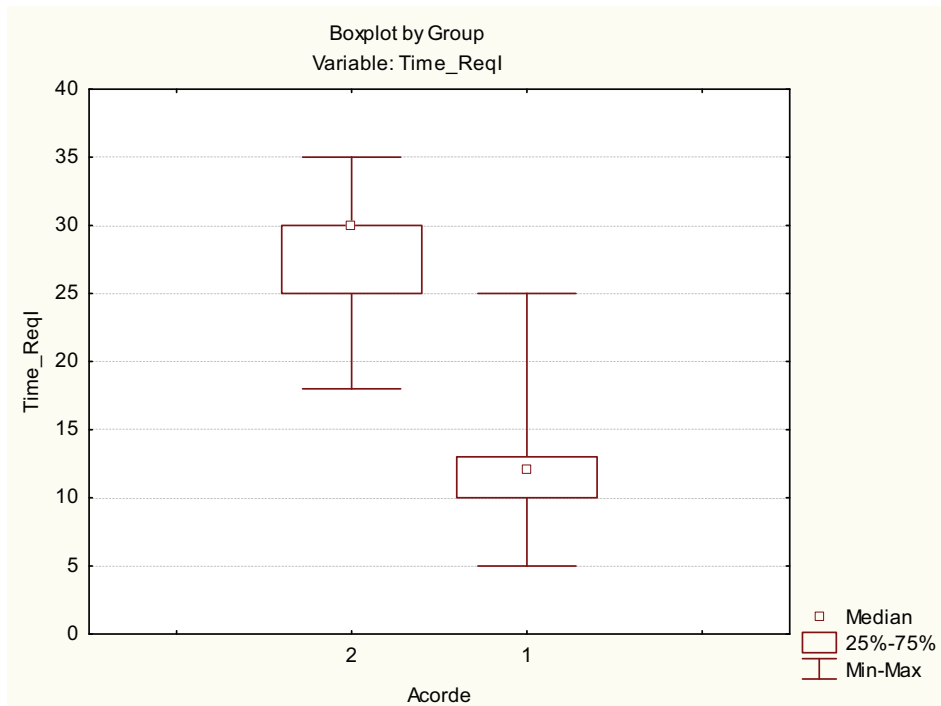


Figura 5.14: Diagrama de Cajas para $H_{0,1}$

En el diagrama de la Cajas 5.14 se puede visualizar la mediana para los individuos con preferencias acordes ($\text{acorde} = 1$) con valor más bajo que la mediana para los individuos con preferencias no acordes a la SRS ($\text{acorde} = 2$). Esto significa que las personas con preferencia cercanas a la especificación de requisitos tardaron menos con una mediana de entre los 10 y 15 minutos que las personas con preferencias no acorde donde la mediana fue mucho más determinada (cercana a los 30 minutos).

En los histogramas de la Figura 5.15 se puede observar que los valores de las personas con perfiles semejantes a la especificación corresponden a tiempos más cercanos a los 10 minutos, en cambio los otros perfiles utilizan tiempos más variados.

En este caso las personas con preferencia acorde a la especificación SRS comprenden en forma más rápida los requisitos que las que no tienen una preferencia acorde en más de un 95% de los casos.

Observando las Figuras 5.11, Figura 5.12, y Figura 5.13, podemos decir que de acuerdo a los *test de Test de Wald-Wolfowitz*, de *Mann-Whitney U*, y de *Kolmogorov-Smirnov*, se deduce que, el tipo de especificación de requisitos acorde al perfil cognitivo influye en el tiempo utilizado en entender los requisitos de software.

Por lo tanto de acuerdo a los resultados obtenidos en el experimento, podemos decir

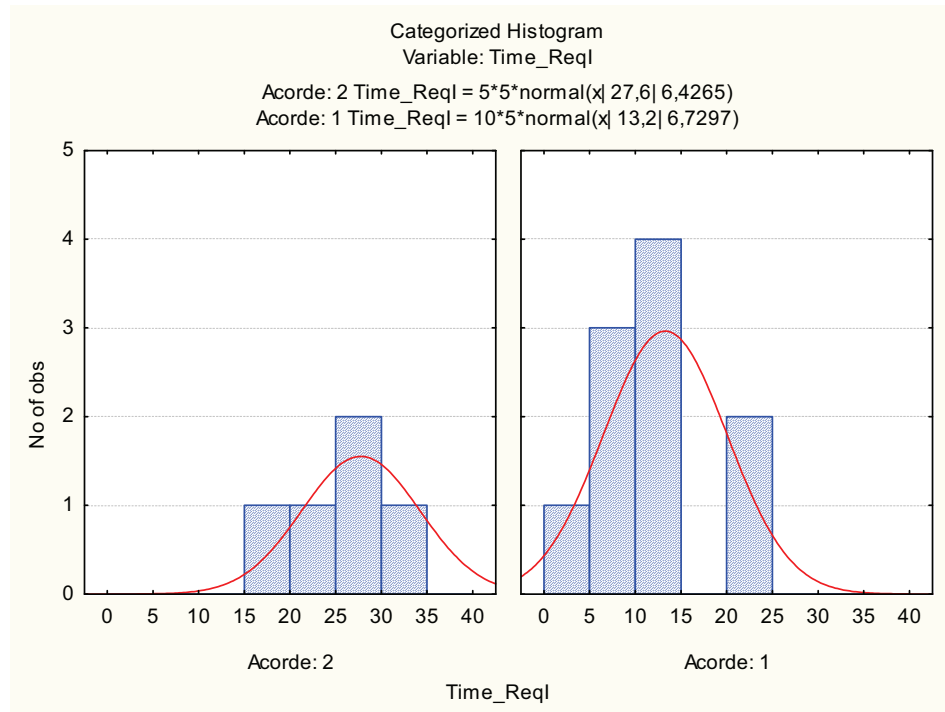


Figura 5.15: Histograma para $H_{0,1}$

que:

Se puede rechazar la hipótesis nula
 $H_{0,1}$

Ahora tomemos la siguiente hipótesis referida a la primera pregunta:

$H_{0,2}$: *No hay efecto en la utilización del tipo de especificación de requisitos acorde al perfil cognitivo en las personas involucradas en el proceso sobre la comprensión de los requisitos de software.*

El ítem que se considera para analizar la pregunta es:

- Sección III, pregunta 1 - Percepciones del Cuestionario posterior al experimento (Apéndice A.2.4) de los formularios I y II.

	1	2	3	4	5	6	7	8
	Ind	Group-Type	Group	Visual	Acorde	F1_comprenl	F2_comprenl	ir
1	P01	A NoVis	A	N	2	3	4	
2	P02	A Visual	A	V	1	4	3	
3	P03	B NoVis	B	N	1	3	2	
4	P04	B NoVis	B	N	1	4	2	
5	P05	A Visual	A	V	1	4	3	
6	P06-	B NoVis	B	N	1	4	2	
7	P07	A NoVis	A	N	2	3	4	
8	P08	A NoVis	A	N	2	3	4	
9	P09	B NoVis	B	N	1	4	3	
10	P10	B NoVis	B	N	1	3	3	
11	P11	A NoVis	A	N	2	3	4	
12	P12	A NoVis	A	N	2	4	3	
13	P13	A Visual	A	V	1	4	3	
14	P14	B NoVis	B	N	1	4	3	
15	P15	A Visual	A	V	1	4	4	

Tabla 5.8: Base estadística utilizada

La intención de esta pregunta es recoger la valoración subjetiva de los stakeholders acerca del grado de comprensión del enunciado:

0	1	2	3	4
Ninguno	Poco	Alguno	Bastante	Mucho

La información referida a esta pregunta está analizada en términos de grados de comprensión.

Esta hipótesis trabaja con mediciones repetidas entre-sujetos para valores ordinales (misma escala de valores). En este caso sí se pueden comparar ambos desarrollos ya que se considera un valor en grados de comprensión. Como esta comparación es sobre los mismos sujetos en diferentes oportunidades se puede utilizar análisis no paramétrico.

En la Tabla 5.8 se puede observar cómo se incorporaron los datos referentes a los individuos en la base del software de estadística. Los datos originales respecto a los individuos pueden ser observados en la Tabla B.1 y la Tabla B.2 del Apéndice B, pero estos datos son los referentes al grupo original de individuos, que luego fue desertando, cabe aclarar que si bien se individualizan las personas, ésto no significa que el individuo *P01* de la base estadística se corresponda con el individuo *p1* de las Tablas B.1 y B.2 mencionadas, la relación es la que se puede observar en la Tabla 5.9 donde, a modo de ejemplo, el individuo que realizó todo el experimento y que en nuestro análisis se visualiza como *P01* se corresponde con el individuo *p2* que comenzó el experimento y que se menciona en el Apéndice B en las Tablas B.1, B.2, B.3 y B.4.

Para entender nuestras variables colocamos en la primer columna un identificador del *individuo*, la segundo columna es la composición de la tercera y cuarta columna.

Individuos que finalizaron	Individuos que comenzaron
P01	p2
P02	p4
P03	p5
P04	p6
P05	p9
P06	p11
P07	p17
P08	p18
P09	p14
P10	p22
P11	p20
P12	p3
P13	p24
P14	p16
P15	p23

Tabla 5.9: Individuos que comenzaron el experimento versus individuos que lo completaron

La tercer columna nos informa a qué *grupo* pertenece el individuo, mientras que la cuarta columna indica si la persona es *visual o no* con los valores V (visual) o N (no visual). La quinta columna indica sobre qué especificación la persona tiene perfil *acorde* (valor 2 para la segunda especificación y valor 1 para la primera especificación). La sexta columna indica el grado de comprensión del primer formulario *F1_comprenI* (con valores posibles 0,1,2,3,4), de la misma forma la columna séptima *F2_comprenI* indica los grados de comprensión del segundo formulario.

Como ejemplo el primer individuo ($Ind = P01$) no es visual ($Visual = N$) y pertenece al grupo ($Group = A$) lo que significa que su perfil es acorde a la segunda especificación ($Acorde = 2$); ese individuo consideró que comprendió bastante la primera especificación ($F1_comprenI = 3$) y mucho la segunda ($F2_comprenI = 4$).

Nuestra base estadística está agrupada por la variable independiente *acorde* y como dependiente *F1_comprenI* y *F2_comprenI*.

Para esta hipótesis, si bien vamos a considerar los grupos A y B, sólo vamos a seleccionar ambos grupos de individuos cuyos perfiles están acorde con la especificación utilizada la primera vez y no acordes a la especificación utilizada en la segunda, comprobando que la diferencia de ambas variables es significativa.

De esta manera utilizamos alternativas no paramétricas para muestras dependientes.

Para ello comparamos dos variables dependientes donde los grupos tengan la especificación del primer desarrollo acorde a su perfil cognitivo.

Pair of Variables	Sign Test (Exp2_gral1) Marked tests are significant at p <,05000			
	No. of Non-ties	Percent v < V	Z	p-level
F1_comprenI & F2_comprenI	8	12,50000	1,767767	0,077100

Figura 5.16: Test de Signo para $H_{0,2}$

Pair of Variables	Wilcoxon Matched Pairs Test (Exp2_gral1) Marked tests are significant at p <,05000			
	Valid N	T	Z	p-level
F1_comprenI & F2_comprenI	10	3,500000	2,030406	0,042316

Figura 5.17: Test de Pares de Wilcoxon para $H_{0,2}$

- Agrupados por = Acorde/No acorde
- Individuos $P2, P3, P4, P5, P6, P9, P10, P13, P14, P15$ de ambos grupos
- Variable Dependiente sería:
 - Valor asociado con la SRS acorde al perfil (F1_comprenI)
 - Valor asociado con la SRS no acorde (F2_comprenI)

El Test de Signo (*Sign Test*) compara dos muestras dependientes, Figura 5.16. Cada variable en la primera lista será comparada con cada variable en la segunda lista, esto es se comparan los valores asociados con la especificación acorde y no al perfil cognitivo, variables $F1_comprenI$ & $F2_comprenI$ como se pueden visualizar en la primer columna. La prueba computa simplemente el número de veces (entre sujetos) que el valor de la primera variable sea más grande que el de la segunda variable, lo que se puede visualizar en la última columna, correspondiente a $p-level$.

En nuestro caso la cantidad de veces que se cumple esta diferencia no es significativa; pero el test de Pares de Wilcoxon, Figura 5.17, asume que las variables consideradas fueron medidas en una escala ordinal y permite darle un valor de orden. Nuevamente en este test podemos observar las variables a comparar en la primer columna ($F1_comprenI$ & $F2_comprenI$) así como el nivel-p en la última columna ($p-level$). Observamos que las diferencias entre las variables son significativas, y como este test tiene mayor peso que el Sign Test podemos concluir que existe una diferencia significativa, la cual puede incluso observarse en el diagrama de Cajas, Figura 5.18, donde las variables a comparar están en la parte inferior y los valores posibles de elección se pueden visualizar en el lateral izquierdo. Observamos que si bien no varían mucho

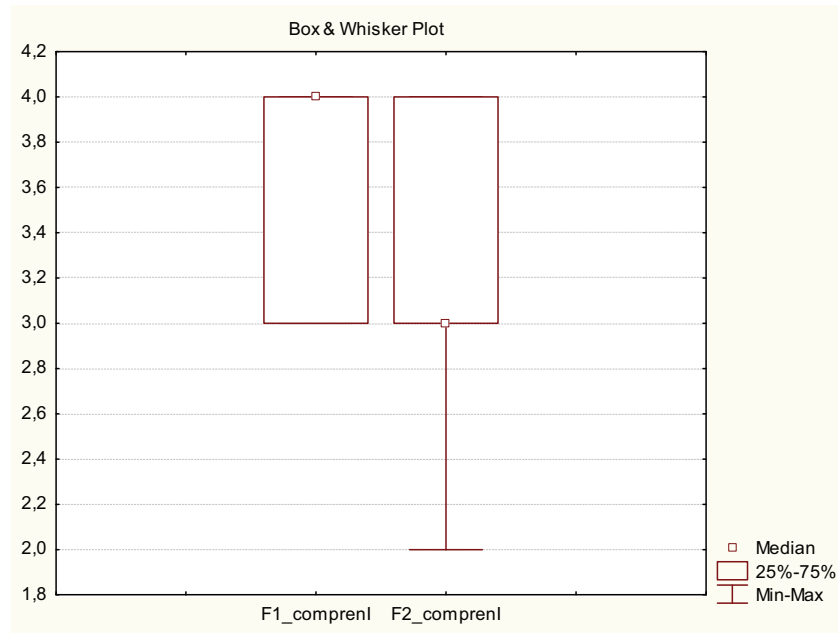


Figura 5.18: Diagrama de Cajas para $H_{0,2}$

los valores asignados, claramente se ve que sí varía la mediana de ambos resultados (cuadrado más pequeño que se visualiza en el diagrama) acercándose en el primer caso a 4 mientras que en el segundo caso la mediana se acerca a 3.

De acuerdo a lo mencionado en ambos test se puede asegurar que:

Se puede rechazar la hipótesis nula

$H_{0,2}$

5.2.4.2. Análisis de la pregunta 2

Esta pregunta se refiere a si los stakeholders perciben que comprenden mejor la especificación de requisitos modelada con un lenguaje semiformal en el caso que esté de acuerdo a su estilo cognitivo.

La hipótesis que corresponde es la siguiente:

$H_{0,3}$: No hay efecto en la utilización del tipo de especificación de requisitos acorde al perfil cognitivo en las personas involucradas en el proceso sobre el tiempo utilizado en la comprensión de dicha especificación de requisitos.

El ítem que se considera para analizar la pregunta es:

- Formulario I, sección III, Pregunta 11, Item: Tiempo en comprender la especificación de requisitos (Apéndice A.2.4).

La información referida a esta pregunta está analizada en términos de cantidad de minutos.

En esta hipótesis no sería correcto comparar los tiempos considerando ambos sistemas (desarrollo X y desarrollo Y) en el mismo test debido a que el desarrollo X es mucho más más complejo que el desarrollo Y, ya que el último son funcionalidades agregadas a un sistema existente en cambio en el desarrollo X es un desarrollo completamente nuevo. Entonces vamos a considerar el tiempo de los distintos individuos frente a una especificación visual y el tiempo de los distintos individuos frente a una especificación no visual sólo para el primer desarrollo.

Enfocados en este prisma, se introdujeron al sistema de estadísticas las respuestas de los participantes respecto al tiempo utilizado como la variable *EspecVisual_F1* y se consideraron dos muestras, una para las personas visuales y otra para el resto de los individuos. En este caso, los tests no paramétricos aplicables son el Test *U de Mann-Whitney*, el test de *Wald-Wolfowitz* cuyos resultados se observan a continuación.

Para verificar el tiempo tomamos en forma separada el tratamiento correspondiente a la especificación visual del primer caso de estudio.

Análisis de la especificación visual de la $H_{0,3}$

- Grupo A, Individuos $P1, P2, P5, P11, P12, P13, P15$
- Agrupados por = *Visual / no Visual*
- Variable Dependiente = Tiempo en minutos en entender la especificación *visual* del caso de Sistema X.

Se realiza la comparación de dos muestras independientes (personas con preferencias visuales y no visuales).

En el Test de Wald-Wolfowitz, Figura 5.19, se puede observar la diferencia significativa del nivel-p ($p\text{-level} < 0.05$) en minutos empleados tanto por las personas visuales (variable valor V) como no visuales (variable valor N) así como por las no visuales para entender las especificaciones dadas en el primer caso de prueba

Wald-Wolfowitz Runs Test (Exp1_treatment1)										
By variable PrefVisual										
Marked tests are significant at p <.05000										
Variable	Valid N N	Valid N V	Mean N	Mean V	Z	p-level	Z adjstd	p-level	No. of Runs	No. of ties
Espec-Visual F1	3	4	33,33333	12,50000	-2,06155	0,039251	1,637115	0,101607	2	1

Figura 5.19: Wald-Wolfowitz para $H_{0,3}$, especificación visual

Mann-Whitney U Test (Exp1_treatment1)									
By variable PrefVisual									
Marked tests are significant at p <.05000									
variable	Rank Sum N	Rank Sum V	U	Z	p-level	Z adjusted	p-level	Valid N N	Valid V
Espec-Visual F1	17,50000	10,50000	0,500000	1,944544	0,051831	2,057912	0,039599	3	

Figura 5.20: Test de Mann-Whitney U para para $H_{0,3}$, especificación visual

(*EspecVisual-F1*) dado por especificaciones modeladas visuales (se eligió sólo individuos del grupo A).

Se puede observar algo similar al Test de Wald-Wolfowitz, en el test de Mann-Whitney U que se aprecia en la Figura 5.20, donde el nivel-p es similar al anterior, valor < 0.05 (el valor encontrado, en la columna *p-level* es de 0.039599).

El diagrama de la Cajas, Figura 5.21, muestra que si bien las media del tiempo invertido en entender la especificación difiere un poco para los visuales que para los no visuales, el mínimo es similar en ambas categorías (*PrefVisual = V* y *PrefVisual = N*). No obstante podemos observar que el máximo tiempo invertido es mayor en los no visuales.

Además podemos ilustrar esto mismo con el histograma, Figura 5.22, el cual nos muestra las distribuciones normales tanto para los no visuales (primer recuadro) como para los visuales (segundo recuadro) para poder hacer una comparación más exhaustiva. En este gráfico, los casos de ejemplo visuales se aglomeran en unos pocos valores, en cambio para los casos no visuales se distribuyen en más valores y tanto la media como la varianza es mayor.

Así con una SRS visual, vemos que el perfil de las personas acorde a esta preferencia cognitiva influye en el tiempo de extender la especificación en más de un 95% de los casos.

De manera similar tomamos el siguiente grupo, grupo B, por lo cual se introdujeron al sistema de estadísticas las respuestas de los participantes respecto al tiempo utilizado como la variable *EspecNoVisual_F1* y se consideraron dos muestras, una para las

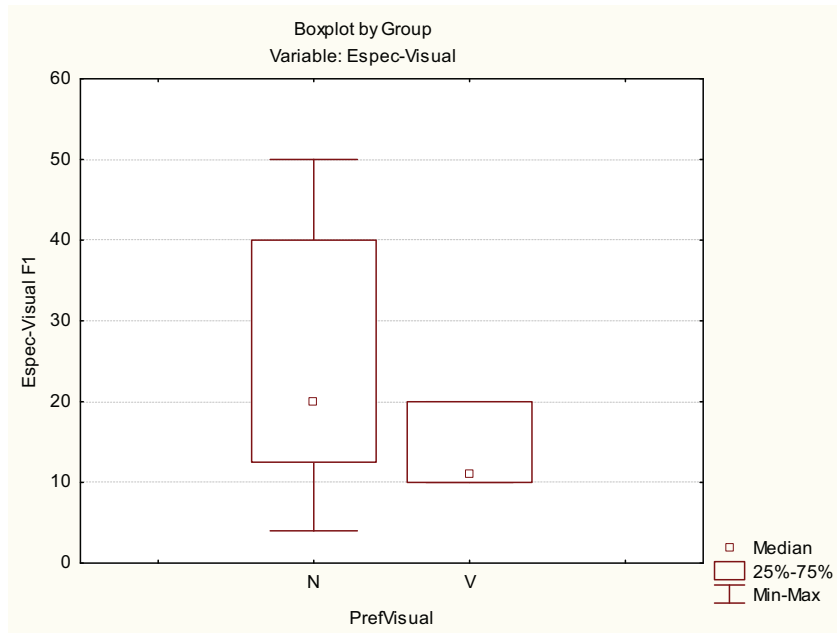


Figura 5.21: Diagrama de Cajas para $H_{0,3}$

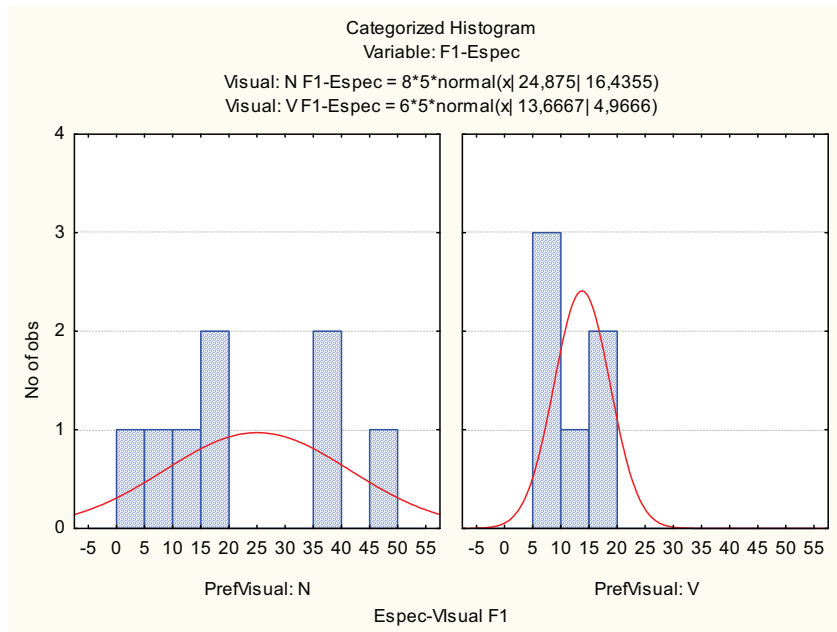


Figura 5.22: Histograma para $H_{0,3}$

Wald-Wolfowitz Runs Test (Exp1_TreatmentF2)									
By variable PrefVisual									
Marked tests are significant at p <.05000									
Variable	Valid N N	Valid N V	Mean N	Mean V	Z	p-level	Z adjstd	p-level	No. Rur
EspecNoVisual_F1	6	2	11,50000	32,50000	-2,16025	0,030754	1,620185	0,105194	

Figura 5.23: Wald-Wolfowitz para $H_{0,3}$, especificación no visual

Mann-Whitney U Test (Exp1_TreatmentF2)									
By variable PrefVisual									
Marked tests are significant at p <.05000									
variable	Rank Sum N	Rank Sum V	U	Z	p-level	Z adjusted	p-level	Valid N N	Valid N V
EspecNoVisual F1	21,00000	15,00000	0,00	-2,00000	0,045501	-2,04939	0,040425	6	2

Figura 5.24: Test de Mann-Whitney U para para $H_{0,3}$, especificación no visual

personas visuales y otra para el resto de los individuos.

Análisis de la especificación visual de la $H_{0,3}$

- Grupo B: Individuos P3,P4, P6, P7,P8, P9, P10, P14
- Agrupados por = Visual / no Visual
- Variable Dependiente = Tiempo en minutos en entender la especificación *no visual* del sistema X

Se realiza la comparación de dos muestras independientes (personas con preferencias visuales y no visuales).

En el Test de Wald-Wolfowitz, Figura 5.23, tanto como en el de Mann-Whitney U, Figura 5.24, se puede observar la diferencia significativa nivel-p ($p < 0.05$) en minutos empleados tanto por las personas visuales como por las no visuales para entender las especificaciones no visuales dadas en el primer caso de prueba (se eligió sólo individuos del grupo B).

Ambos Test se pueden comparar con el Test de dos-muestras de Kolmogorov-Smirnov, Figura 5.25, el cual no muestra una diferencia tan significativa para las mismas variables donde el valor del nivel-p es menor a 0.10 .

El diagrama de Cajas, Figura 5.26, muestra que si bien las medianas son similares, el mínimo y máximo de los valores se componen de distinta manera. Los valores V se

Kolmogorov-Smirnov Test (Exp1_TreatmentF2)									
By variable PrefVisual									
Marked tests are significant at p <,05000									
variable	Max Neg Differec	Max Pos Differec	p-level	Mean N	Mean V	Std.Dev. N	Std.Dev. V	Valid N N	Val
EspecNoVisual_F1	-1,00000	0,00	p < .10	11,50000	32,50000	5,431390	3,535534		6

Figura 5.25: Test de Kolmogorov-Smirnov para para $H_{0,3}$, especificación no visual

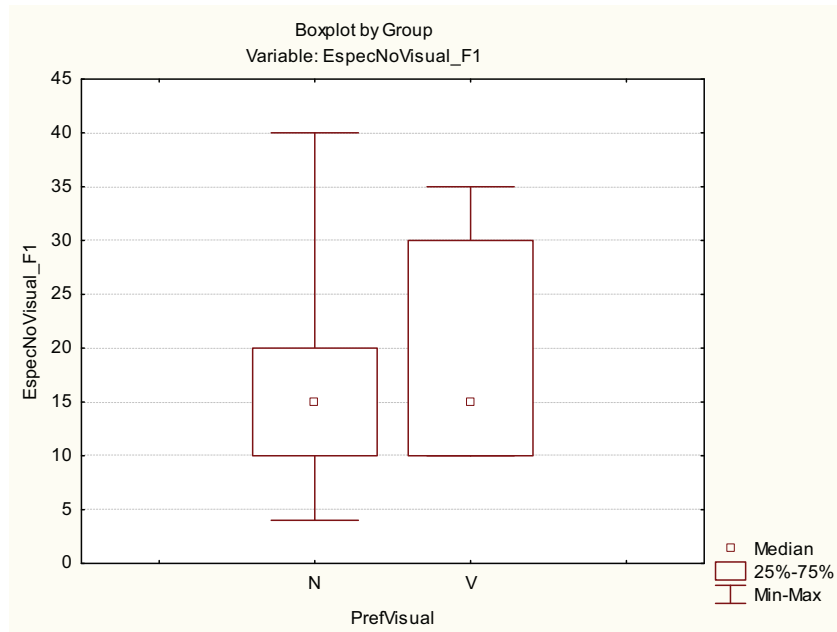


Figura 5.26: Diagrama de Cajas para $H_{0,3}$

refieren a los individuos con preferencias visuales en cambio los valores N se refieren a los restantes individuos.

El diagrama de Cajas puede complementarse con el Histograma, Figura 5.27, que muestra los valores obtenidos para los dos tipos de individuos, con preferencia Visual ($PrefVisual = V$) y sin preferencia Visual ($PrefVisual = N$).

Nuevamente en este caso, en la utilización de una SRS no visual vemos que el perfil de las personas acordes influye en el tiempo de entender la especificación en más de un 95 % de los casos, aunque un poco menos que el análisis hecho con la SRS visual para individuos con preferencias visuales.

Por lo anterior se deduce que, el tipo de especificación de requisitos acorde al perfil cognitivo influye en el tiempo utilizado en entender la especificación de requisitos. Por lo tanto finalmente, de acuerdo a los resultados obtenidos en el experimento, podemos

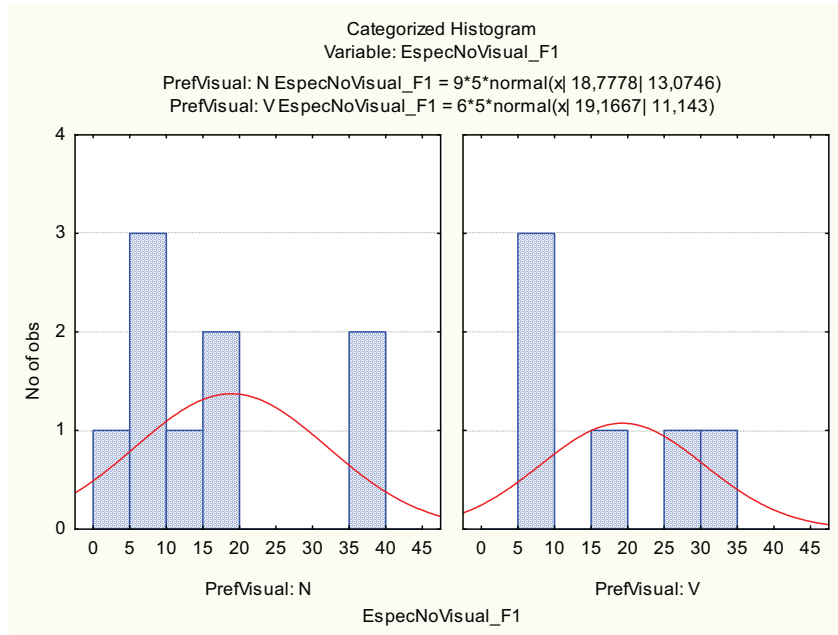


Figura 5.27: Histograma para $H_{0,3}$

decir que:

Se puede rechazar la hipótesis nula
 $H_{0,3}$

Siguiente hipótesis a analizar:

$H_{0,4}$: *No hay efecto en la utilización del tipo de especificación de requisitos acorde al perfil cognitivo para la satisfacción de las personas involucradas en el proceso.*

El ítem que se considera para analizar la pregunta es:

- Sección III, pregunta 2 - Percepciones del Cuestionario posterior al experimento (Apéndice A.2.4) de los formularios I y II.

La intención de esta pregunta es recoger la valoración subjetiva de los stakeholders acerca del grado de comodidad frente a la especificación de requisitos:

0	1	2	3	4
Incómodo	Algo Incómodo	Indiferente	Cómodo	Muy cómodo

Pair of Variables	Sign Test (Exp2_gral1)			
	No. of Non-ties	Percent v < V	Z	p-level
F1_Comod & F2_Comod	9	0,00	2,666667	0,007661

Figura 5.28: Sign Test para $H_{0,4}$

En esta hipótesis debemos realizar mediciones repetidas entre-sujetos para valores ordinales (misma escala de valores) y se pueden comparar ambos desarrollos ya que se considera diferentes rangos dados para los distintos grados de satisfacción. Como esta comparación es sobre los mismos sujetos en diferentes oportunidades se puede utilizar análisis no paramétrico ya que utilizamos alternativas no paramétricas para muestras dependientes.

Entonces comparamos dos variables dependientes donde los grupos tengan la especificación del primer desarrollo acorde a su perfil cognitivo y la del segundo no.

- Nuestra muestra contará con los individuos: $P_2, P_3, P_4, P_5, P_6, P_9, P_{10}, P_{13}, P_{14}, P_{15}$ de ambos grupos.
- Nuevamente, y considerando la Tabla 5.8, contabilizamos los individuos con perfil acorde.
- Las variables dependientes serían:
 - Valor asociado con la SRS acorde al perfil (F1_comod)
 - Valor asociado con la SRS no acorde (F2_comod)

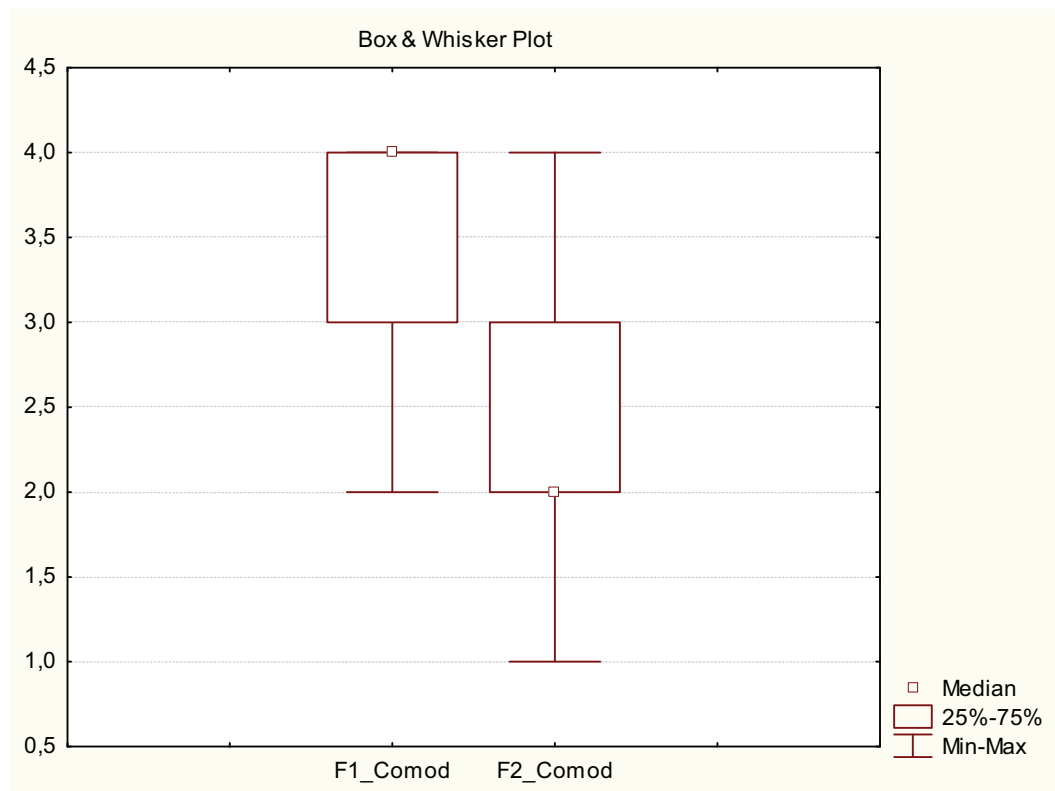
Para esto tomamos ambos grupos y seleccionamos de los individuos cuyo perfil están acorde con la especificación utilizada la primera vez y no acordes a la especificación utilizada en la segunda.

Obtuvimos los siguientes valores: Tanto para el test de pares de Wilcoxon, Figura 5.29, como el Test de signo Figura 5.28 observamos una diferencia notable de relación entre personas con perfil acorde y no acorde como se puede observar en los pares de variables $F1-Comod$ & $F2-Comod$ de la Figura 5.29 y la Figura 5.28.

En el Diagrama de Cajas puede visualizarse la notable diferencia entre los valores dados para $F1-Comod$ con mediana con valor *más cómodo*, contra los valores dados para $F2-Comod$ con mediana de valores cercanos a *indiferente*.

Por lo visto anteriormente concluimos que:

		Wilcoxon Matched Pairs Test (Exp2_gral1 Marked tests are significant at p <,05000			
Pair of Variables		Valid N	T	Z	p-level
F1_Comod & F2_Comod		10	0,00	2,665570	0,007686

Figura 5.29: Test de Pares de Wilcoxon para $H_{0,4}$ Figura 5.30: Diagrama de Cajas para $H_{0,4}$

Se puede rechazar la hipótesis nula
 $H_{0,4}$

5.2.4.3. Análisis de la pregunta 3

Esta pregunta se refiere a si mejora la calidad del proceso de priorización de los requisitos de software si la especificación de requisitos está de acuerdo a su estilo cognitivo.

La hipótesis que corresponde es la siguiente:

$H_{0,5}$: *No hay efecto en la utilización del tipo de especificación de requisitos acorde al perfil cognitivo en las personas involucradas en el tiempo utilizado para la priorización de requisitos.*

El ítem que se considera para analizar la pregunta es:

- Formulario I, sección III, Pregunta 11, Item: Tiempo utilizado en priorizar los requisitos de software (Apéndice A.2.4).

La información referida a esta pregunta está analizada en términos de cantidad de minutos.

Como esta hipótesis se relaciona con los tiempos y debido a que el desarrollo X tiene mayor cantidad de requisitos para priorizar que el desarrollo Y, no deberíamos comparar los tiempos de priorizar ambos conjuntos de requisitos (requisitos de ambos sistemas -desarrollo X y desarrollo Y) en el mismo test, ya que los resultados no reflejarían la realidad. Debido a esta razón, consideramos para esta hipótesis el tiempo de los distintos individuos frente a una especificación visual y el tiempo de los distintos individuos frente a una especificación no visual sólo para el primer desarrollo (sistema X).

La agrupación de los datos es semejante a la agrupación realizada para la primer hipótesis, donde están agrupados por Afines/No afines

- Personas Afines, Individuos $P2, P3, P4, P5, P6, P9, P10, P13, P14, P15$
- Personas no afines, Individuos $P1, P7, P8, P11, P12$

Wald-Wolfowitz Runs Test (Exp2_gral1)										
By variable Acorde										
Marked tests are significant at p <,05000										
Variable	Valid N Group 1	Valid N Group 2	Mean Group 1	Mean Group 2	Z	p-level	Z adjstd	p-level	No. of Runs	No. of ties
Time_PriRI	5	10	21,80000	12,20000	-1,62336	0,104514	1,318979	0,187177	5	3

Figura 5.31: Wald-Wolfowitz para $H_{0,5}$

Kolmogorov-Smirnov Test (Exp2_gral1)									
By variable Acorde									
Marked tests are significant at p <,05000									
variable	Max Neg Differnc	Max Pos Differnc	p-level	Mean Group 1	Mean Group 2	Std.Dev. Group 1	Std.Dev. Group 2	Valid N Group 1	Valid N Group 2
Time_PriRI	0,00	0,600000	p > .10	21,80000	12,20000	7,886698	8,270429	5	10

Figura 5.32: Test de Kolmogorov-Smimov para $H_{0,5}$

- Variable Dependiente: Tiempo en minutos en realizar la priorización de requisitos (dentro de los requisitos utilizamos tanto los funcionales como los no funcionales).

Se realiza la comparación de dos muestras independientes (personas con preferencias afines y no afines). Se introdujeron al sistema de estadísticas las respuestas de los participantes respecto al tiempo utilizado como la variable *Time_PriRI* y se consideraron dos muestras, una para las personas con preferencias afines y otra para el resto de los individuos.

En el Test de Wald-Wolfowitz, Figura 5.31, podemos observar un valor del nivel-p muy alto.

Se repite esta observación anterior para los otros Kolmogorov, Figura 5.32 y en el de Mann-Whitney, Figura 5.33.

De todos los test, el de Mann-Whitney es el que da mejor valor de nivel-p pero incluso con este Test el error es muy grande. Sin embargo si analizamos el Diagrama de Cajas, Figura 5.34, en el que no sólo difieren las medianas sino que también la concentración de los valores máximos y mínimos.

Mann-Whitney U Test (Exp2_gral1)										
By variable Acorde										
Marked tests are significant at p <,05000										
variable	Rank Sum Group 1	Rank Sum Group 2	U	Z	p-level	Z adjusted	p-level	Valid N Group 1	Valid N Group 2	2*1sided exact p
Time_PriRI	55,50000	64,50000	9,500000	1,898355	0,057650	1,922538	0,054539	5	10	0,055278

Figura 5.33: Test deMann-Whitney para $H_{0,5}$

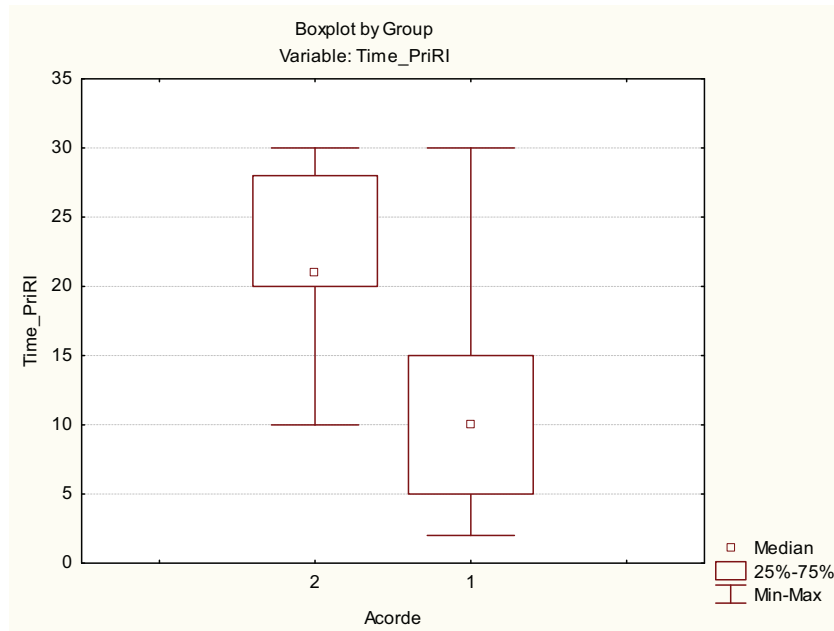


Figura 5.34: Diagrama de Cajas para $H_{0,5}$

En el histograma, Figura 5.35, podemos visualizar las diferentes distribuciones normales que se aplican.

Considerando este análisis no podemos rechazar la hipótesis nula con un margen de error adecuado por lo tanto:

No se puede rechazar la hipótesis nula
 $H_{0,5}$

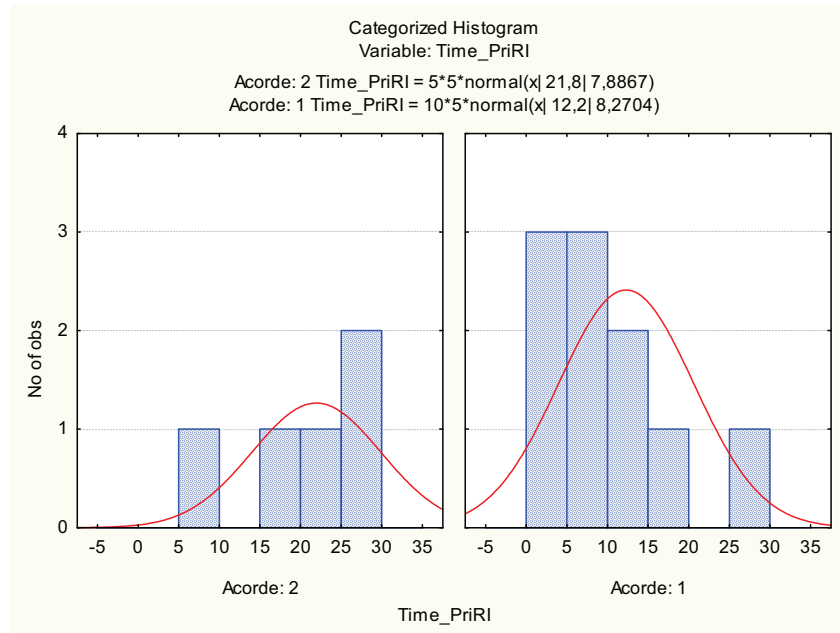
Si bien se puede seguir analizando las diferencias observadas.

Análisis general del resultado de la priorización de requisitos El trabajo específico realizado por los individuos sobre un grupo de requisitos, es analizado utilizando técnicas alternativas.

El ítem que se considera para analizar en este caso es:

- Formulario I, sección II, Rellenar la Tabla de prioridades; Formulario II, sección II: Rellenar la tabla de Prioridades (Apéndice A.2.4).

Analizaremos esta pregunta comparando por un lado los valores de prioridad asignados a los requisitos de software para personas con perfil cognitivo acorde a la especificación

Figura 5.35: Histograma para $H_{0,5}$

y también no acorde a ésta. Otra manera de analizar es detectar las diferencias de las prioridades asignadas frente a los valores ideales que son valores asignados por expertos (profesores de Ingeniería de Software). Frente a esta última opción, se podrían aplicar los test no paramétricos de Chi-cuadrado (Valores observados vs. Valores esperados), luego comparando entre las muestras o entre los coeficientes no paramétricos de correlación. Como la calidad de priorización está definida en base a la opinión de los expertos, y en especial a las últimas experiencias que han tenido las cuales pueden influir en una u otra valuación, decidimos realizar análisis alternativos los cuales se describen continuación.

5.2.4.4. Resumen del análisis estadístico

La $H_{0,1}$, la $H_{0,3}$, la $H_{0,5}$ se relacionan con los tiempos. Debido a que el desarrollo X es mucho más extenso, más complejo y con más cantidad de requisitos que el desarrollo Y, no vamos a comparar los tiempos considerando ambos sistemas (desarrollo X y desarrollo Y) en un Test porque los resultados no serían válidos, ya que existe una considerable diferencia entre ambos desarrollos; sumado a que tampoco podemos considerar las variables de tiempo en forma independiente puesto que corresponden a los mismos sujetos y una parte del experimento se realizó posteriormente a la otra. En los

tres casos consideramos el tiempo de los distintos individuos frente a una especificación visual y el tiempo de los distintos individuos frente a una especificación no visual sólo para el primer desarrollo (sistema X). En estos casos los tests no paramétricos aplicados fueron el Test U de Mann-Whitney y el test W de Wilcoxon.

La $H_{0;2}$, y la $H_{0;4}$, se relacionan con mediciones repetidas entre-sujetos para valores ordinales (misma escala de valores). En este caso sí se pueden comparar ambos desarrollos ya que se considera escala de valores en comprensión o satisfacción personal. Como esta comparación es sobre los mismos sujetos en diferentes oportunidades se debería utilizar en lo posible el análisis Friedman ANOVA y el Test de concordancia de Kendall, nuevamente en este caso la cantidad de sujetos para la muestra es muy baja, por lo cual este análisis no daría resultados válidos, por lo tanto utilizamos otras alternativas no paramétricas para muestras dependientes observando la variación entre los valores asignados para ambos desarrollos para un grupo de individuos. En este caso pudimos considerar el test de Pares de Wilcoxon y el Sign Test para muestras dependientes.

En forma paralela se analizó la calidad de la priorización de los requisitos de software, en particular con la exactitud de los valores otorgados en la priorización de los requisitos de software. La cantidad de requisitos de software ya sea funcionales o no funcionales definidos en ambos desarrollos es diferente; y sumado a esto, la calidad de priorización depende de los expertos que analizan los requisitos de software, que es ante todo, un análisis subjetivo que también depende de la situación, ambiente y momento de esos individuos expertos. Para este análisis se utilizaron técnicas alternativas.

5.2.4.5. Análisis no determinístico

Para un mejor ordenamiento de los resultados obtenidos vamos a diferenciar tres tipos de análisis destacando la inferencia de los últimos en la calidad de priorización de requisitos de software.

- *Apreciaciones personales puntuales*: entre las que se encuentra por ejemplo entendimiento de los requisitos, comodidad en la lectura de la especificación, velocidad de comprensión, este tipo de análisis nos ayuda a realizar una lectura global de los resultados;
- *Apreciaciones personales comparadas*: se muestra las apreciaciones mencionadas pero comparadas entre ellas.

- *Resultados de las priorizaciones:* se comparan los resultados entre las priorizaciones con respecto a ambas especificaciones y las definidos por expertos.

Apreciaciones personales puntuales Estos resultados fueron obtenidos a partir de las preguntas no analizadas en el análisis de estadísticas, las cuales son Formulario I y II, sección III de Percepciones del Cuestionario posterior al experimento , items 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10. Previo a destacar algunos items que resultaron de nuestro análisis, vamos a recordar que la especificación *X1* corresponde a la SRS visual mientras que la *X2* corresponde a la SRS no visual del primer desarrollo; igualmente la especificación *Y1* corresponde a la SRS visual y la *Y2* corresponde a la SRS no visual del segundo desarrollo.

- Podemos decir que si bien algunas personas tienen inconvenientes en entender los requisitos, en nuestro experimento el 72.7 % de los conflictos aparecen cuando las SRSs no están especificadas en concordancia con las preferencias de los individuos.
- El 81.8 % de los individuos con fuerte preferencia visual concordaron en que se sentían más cómodos con especificaciones visuales y sólo el 36.4 % de los individuos con fuertes preferencias no-visuales se sintieron más cómodos con este tipo de especificaciones.
- Un alto porcentaje de estudiantes visuales (mayor a 68 %) tardan más tiempo en comprender SRSs no visuales que las visuales. Este tipo de estrecha relación no aparece en otros tipos de preferencias (ejemplo no-visuales).
- Sobre la pregunta: “¿Qué le agregaría a esta especificación para sentirse más cómodo?”, la mayoría de la gente visual contestó “agregarle representación visual a las especificaciones” que no estaban en concordancia con la componente visual.
- En general, y a excepción de un caso aislado, los estudiantes no tardaron mucho tiempo en definir prioridades a los requisitos. De todas maneras algunas personas no estaban completamente seguras del valor asignado a los requisitos (en este caso no pudimos encontrar una clara relación con las preferencias cognitivas). En una posterior experiencia se trató de formular otro caso también tomando en cuenta un dominio conocido pero dentro de un contexto más intuitivo a los estudiantes.
- Sólo el 6 % de los individuos consideró las SRSs *X1* y *X2* difíciles para la comprensión. Ninguna descripción fue considerada ambigua. Y de acuerdo a

Grupo	Visual	Verbal	Entender		Menor	Más	Prioridades	
			Mejor	Más Rápido	Esfuerzo	Comodidad	Mejor	Con más seguridad
A	9		Y2	Y2	Y2	X1-Y2	X1	X1
	5			Y2	Y2	Y2	X1	X1
	5		X1	X1	X1	X1	X1	X1
	3		X1	X1	X1	X1	X1	X1
	3		Y2	Y2	Y2	Y2	Y2	Y2
	1		Y2	Y2	Y2	Y2	Y2	Y2
		3	Y2	Y2	Y2	Y2	Y2	Y2
B	9		Y1	Y1	Y1	Y1	Y1	Y1
	7		Y1	Y1	Y1	Y1	Y1	Y1
	5		Y1	Y1	Y1	Y1	Y1	Y1
	3		Y1	Y1	Y1	Y1	Y1	Y1
	1		Y1	X2	X2	Y1	X2-Y1	X2
		1	Y1	Y1	X2	Y1	Y1	Y1
		1	Y1	Y1	Y1	Y1	X2-Y1	X2
		7	X2	X2	Y	X2	X2-Y1	X2

Tabla 5.10: Percepciones personales

la siguiente escala de comprensión: *ninguna, poco entendible, algo entendible, bastante entendible, muy entendible*; en todos los casos el grado de comprensión fue muy entendible y bastante entendible.

- El 60 % de las personas visuales demandó explícitamente diagramas visuales o esquemas en especificaciones no visuales; no hubieron personas no visuales que consideraron esencial tales diagramas o esquemas en especificaciones no-visuales (*X2* or *Y2*).

Apreciaciones personales comparadas Los resultados sobre comparaciones entre ambos desarrollos pueden ser observados en la Tabla 5.10 obtenida luego de contestar un cuestionario post experimento, el cual asociaba sensaciones individuales sobre los dos tipos de aplicaciones. Para obtener esta tabla se tomaron los resultados del Formulario II, sección IV de Diferencias con el cuestionario previo, Preguntas 1, 2, 3, 4, 5 (Apéndice A.2.4).

La tabla en cuestión está dividida de acuerdo a cinco percepciones: entendimiento de especificación de software, esfuerzo al priorizar requisitos, comodidad con las especificaciones y exactitud en la definición de prioridades. Como ejemplo interesante, en la primera fila, un estudiante con un valor 9 de la dimensión visual (preferencia fuerte) consideró que entendía mejor y más rápido la especificación no visual *Y2*, incluso consideró que en dicha especificación *Y2* le tomó menos esfuerzo su entendimiento que con la especificación visual *X1*. Así, a pesar de sentirse mejor con ambas especificaciones, él define las prioridades de software mejor y con más convicción para

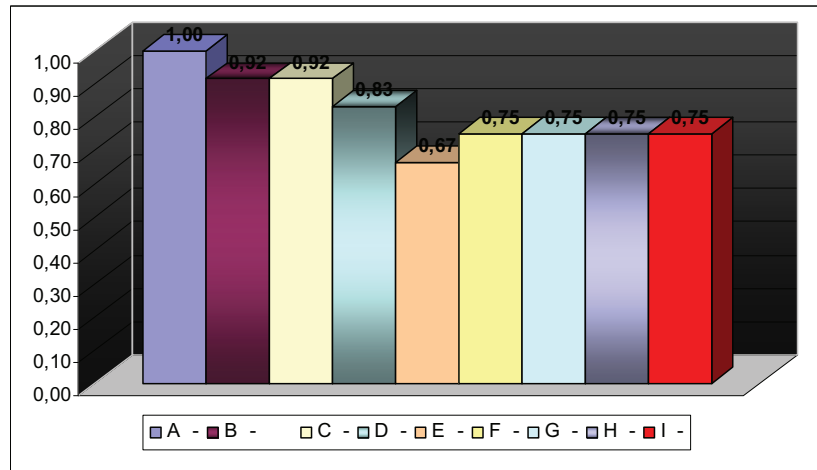


Figura 5.36: Apreciación de individuos visuales frente a SRS visual

la especificación visual *X1*.

La Tabla se complementa con la Figura 5.36, la cual muestra la satisfacción de los individuos con preferencias visuales fuertes y moderadas en la utilización de especificaciones visuales. Los detalles de las respuestas en la figura son los siguientes:

- A- Se sienten al menos cómodos (100 %)
- B- Más exactitud al definir prioridades de software (92 %)
- C- Facilidad en la detección de prioridades (92 %)
- D- Se sienten más cómodos (83 %)
- E- Menor esfuerzo de priorización de requisitos (67 %)
- F- Rapidez en la priorización de requisitos (75 %)
- G- Mejor entendimiento de los requisitos (75 %)
- H- Menor tiempo en entender las especificaciones (75 %)
- I- Cree que la priorización es mejor (75 %)

En contraste con la Figura 5.36, la Figura 5.37 muestra la satisfacción de gente con preferencias no visuales (personas con preferencia visual menor a 3 o preferencia verbal) en especificaciones visuales.

Detallamos sus respuestas:

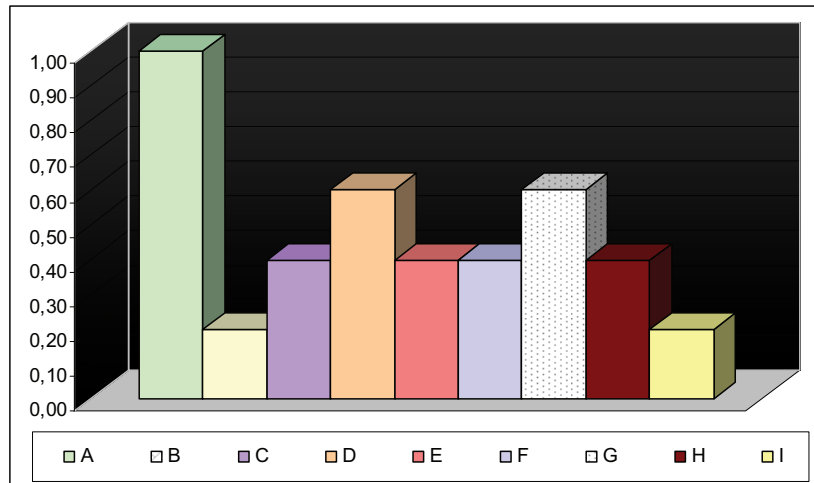


Figura 5.37: Apreciación de individuos no visuales frente a SRS visual

- A- Se sienten al menos cómodos (100 %)
- B- Más exactitud al definir prioridades de software (20 %)
- C- Facilidad en la detección de prioridades(40 %)
- D- Se sienten más cómodos (60 %)
- E- Menor esfuerzo de priorización de requisitos (40 %)
- F- Rapidez en la priorización de requisitos (40 %)
- G- Mejor entendimiento de los requisitos (60 %)
- H- Menor tiempo en entender las especificaciones(40 %)
- I- Cree que la priorización es mejor (20 %)

Los resultados nos muestran que la representación visual ayuda en todos los casos a entender más rápidamente los requisitos con diferente esfuerzo en cada individuo. Comparando satisfacciones, nos damos cuenta que todas las personas con preferencias visuales fuertes y moderadas que realizaron el experimento se sienten más cómodas, se esfuerzan menos y entienden mejor con especificaciones alineadas a sus perfiles. Los gráficos pertenecientes a la Figura 5.38 comparan apreciaciones en cuanto a la representación visual, con distintos valores.

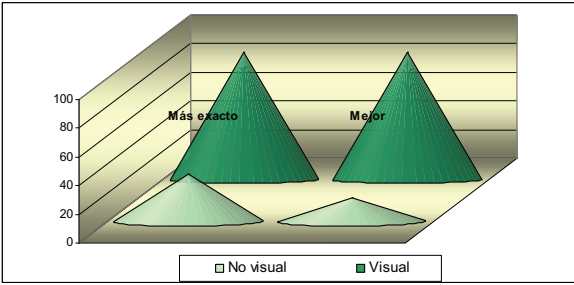
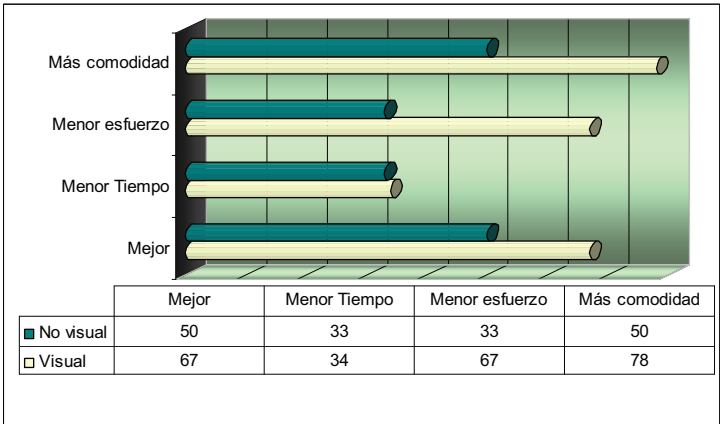


Figura 5.38: Comparación de apreciaciones

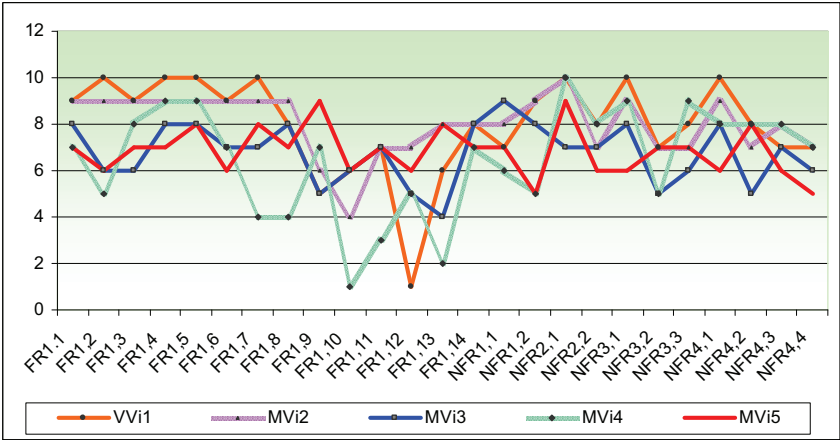


Figura 5.39: Individuos visuales utilizando SRS no visual

5.2.4.6. Análisis cualitativo de la pregunta 3

Esta pregunta se refiere a si mejora la calidad de la priorización de los requisitos de software si la especificación de requisitos está de acuerdo a su estilo cognitivo.

¿Hay efecto en la utilización del tipo de especificación de requisitos acorde al perfil cognitivo en las personas involucradas sobre la calidad de la priorización de requisitos de software?

El ítem que se considera para analizar la pregunta es:

- Formulario I, sección II, Rellenar la Tabla de prioridades; Formulario II, sección II: Rellenar la tabla de Prioridades (Apéndice A.2.4).

La información referida a esta pregunta está analizada de acuerdo a los valores de prioridades otorgados.

Vamos a analizar esta pregunta desde distintas ópticas:

- Resultados de las priorizaciones, donde podemos comparar los resultados de los distintos perfiles en contraposición con las especificaciones mostradas.
- Relación frente a prioridades ideales, donde la calidad de priorización está definida en base a la opinión de los expertos.

Resultados de las priorizaciones Este tipo de análisis se realiza para ilustrar los resultados obtenidos, si bien formalmente no se pueden sacar conclusiones. Para un mayor entendimiento de los resultados, vamos a individualizar los sujetos, pero, en vez de utilizar los nombres de los individuos, utilizaremos seudónimos que nos indican además sus características cognitivas, donde la primer letra indica el grado de preferencia (V = fuerte, M = moderada, S = suave) y luego el tipo de preferencia (Vi = visual, Ve = verbal). Entonces siguiendo esta denominación, el sujeto VVi1 sería una persona con fuerte preferencia visual.

El análisis que veremos a continuación fue realizado a partir del Formulario I y II, sección II, en la tarea de determinar prioridades para los requisitos.

Las Figuras 5.39, 5.40, 5.41, 5.42, muestran para los mismos requisitos las prioridades asignadas por las distintas personas. Para comprender mejor las diferencias entre los valores asignados, dividimos cada gráfico en relación al tipo de SRS (visual y no visual) y al tipo de preferencia de los individuos de la siguiente manera: la Figura

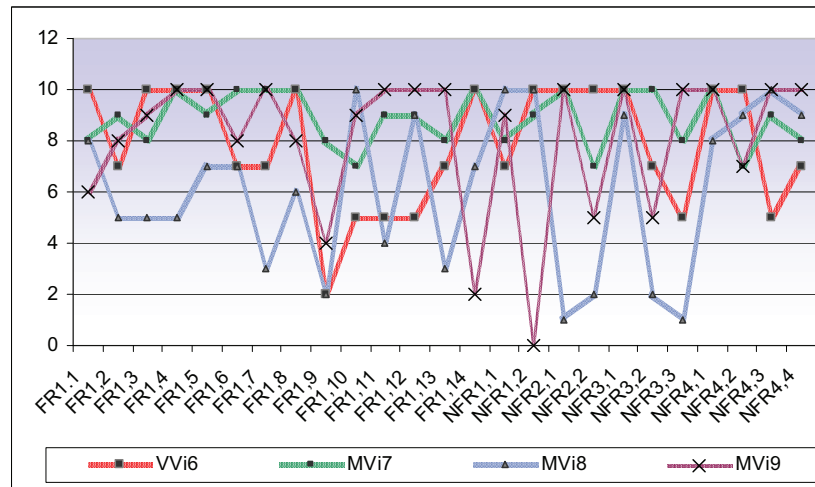


Figura 5.40: Individuos visuales utilizando SRS visual

5.39 muestra los valores de prioridad otorgados por personas visuales a partir de una SRS no visual sobre el segundo sistema trabajado (*Sistema Y*); en cambio la Figura 5.40 muestra otras personas visuales pero con una SRS visual para el mismo sistema Y. Posteriormente se ven individuos no visuales tanto en una especificación no visual 5.42 como visual, Figura 5.41.

Ahora analizando la composición de los valores de priorización dado a cada requisito encontramos diferencias para cada grupo de individuos de acuerdo a sus características cognitivas. Encontramos que las personas visuales dieron valores entre 1-10 (en una escala 0-10) cuando utilizan especificación no-visual (Figura 5.39) pero asignan valores entre 0-10 al priorizar los mismos requisitos a partir de una especificación visual (Figura 5.40).

En la Figura 5.39, que muestra los resultados de la priorización de requisitos del sistema Y dado por personas visuales utilizando SRS no visual, tenemos por ejemplo el estudiante MVi5, cuyas prioridades tanto para los requisitos funcionales (FR1.1 a FR1.14) como para los requisitos no funcionales (NFR1.1 a NFR4.4) fueron asignadas con valores en un rango 5-9 (en una escala 0-10). En la misma figura podemos observar además que sólo 14 puntajes son menores a 6.

En nuestros gráficos mostramos los resultados de la priorización de requisitos del sistema Y dado que la cantidad de requisitos es menor que la del sistema X y por lo tanto las Figuras se pueden visualizar mejor.

De forma similar la Figura 5.40, la cual muestra individuos con preferencias visuales

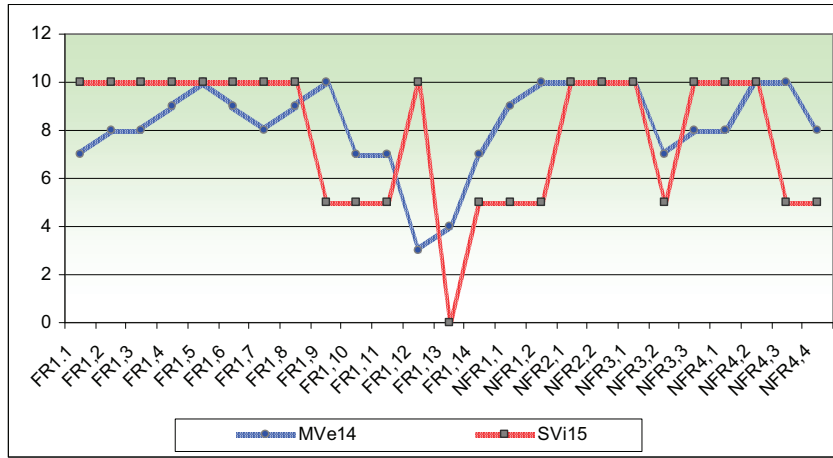


Figura 5.41: Individuos no visuales utilizando SRS no visual

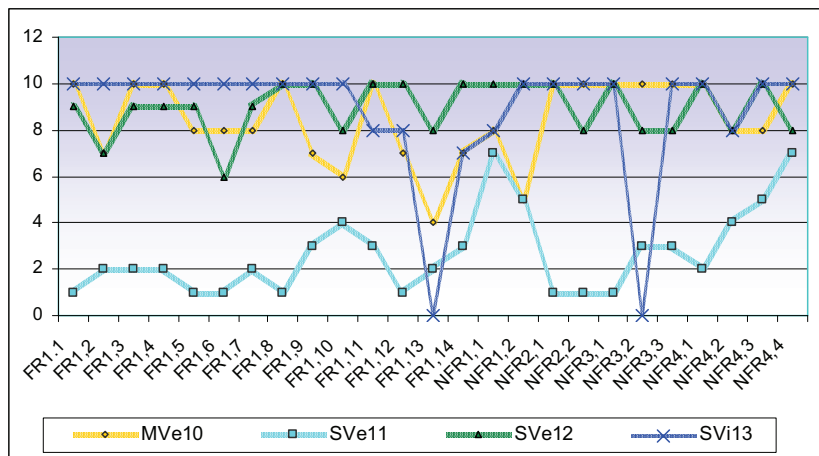


Figura 5.42: Individuos no visuales utilizando SRS visual

asignando valores a los mismos requisitos pero utilizando SRS visual, encontramos que la cantidad de valores menores a 6 es 21. Tomando en cuenta haber considerado factores externos tales como conocimiento previo de los individuos, y contexto conocido, podriamos presuponer una relación entre los perfiles cognitivos, notación SRS y valores de priorización; si bien no podemos asegurar en qué consiste la diferencia de valores (situaciones de la misma naturaleza para el sistema X pueden ser observadas en las Figuras B.1, B.2, B.3, y B.4 del Apéndice B.

Análisis en relación a prioridades ideales Para detectar la diferencia entre prioridades ideales y aquellas asignadas por los individuos, comparamos apreciaciones

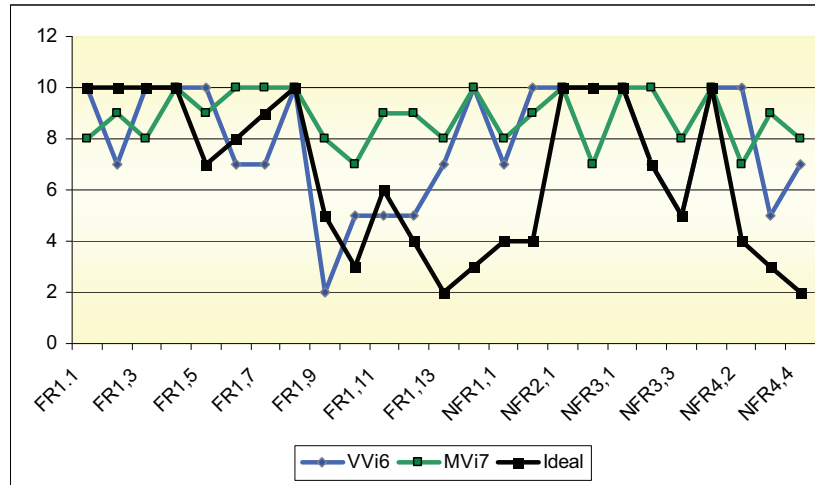


Figura 5.43: Preferencias visuales vs. valores asignados por expertos

de personas visuales y verbales con las preferencias más fuertes al utilizar la SRS visual del sistema Y contra *una valoración hecha por expertos* (profesores de Ingeniería de Software). En la Figura 5.43 se pueden comparar los valores asignados por dos personas con fuertes preferencias visuales contra los valores asignados por los expertos para un sistema con SRS visual. Para destacar los valores asignados por expertos, éstos se marcan con una línea negra gruesa, con el identificador *ideal*. Se pueden observar en la Figura 5.44 los valores asignados por personas con preferencias verbales comparadas con las mismas valoraciones asignadas por expertos vistas en la Figura 5.43. Podemos destacar que el individuo VVi6 (muy visual) realiza las mejores apreciaciones, comparadas con la *ideal*. Aunque a simple vista las apreciaciones parecen erráticas, podemos ver que VVi6 asigna valores de prioridad esperados a 10 de los 25 requisitos (VVi6 = 10/25); mientras que SVe11 (verbal) asigna las prioridades esperadas solo a 3 de los requisitos (SVe11 = 3/25). Para preferencias balanceadas, los valores están entre estos límites (MVi7 = 5/25; MVi10 = 8/25).

Más Figuras que completan este tipo de comparaciones pueden verse en el Apéndice B, Sección B.1.1; sin embargo, se necesitan aún más estudios y análisis para explicar el porque las mejores prioridades asignadas (para VVi6) fueron dadas en los valores esperados para el 40% de los requisitos. Así un detalle mayor nos muestra que en seis casos diferentes los valores fueron menores que 2 puntos (FR1.6, FR1.7, FR1.10, FR1.11, FR1.12, NFR4.3); en dos casos fueron 3 puntos (FR1.9, NFR4.2); y mayores o iguales a 5 puntos para los otros casos, mostrando la mayor diferencia en 7

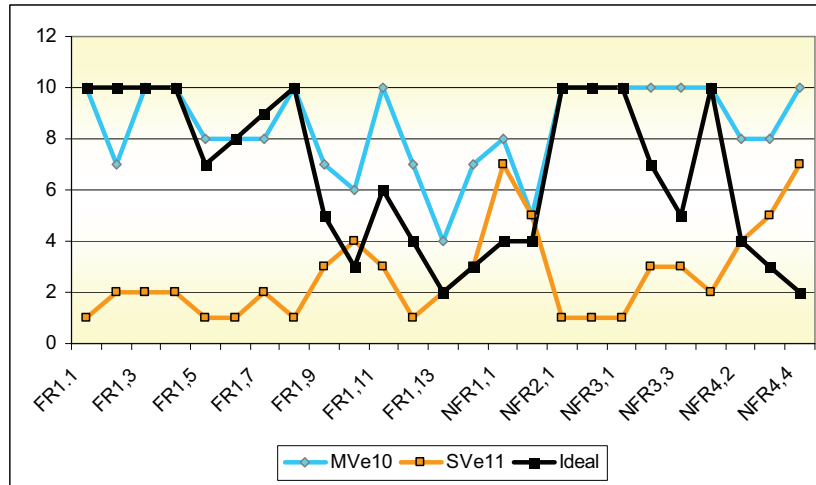


Figura 5.44: Preferencias no visuales vs. valores asignados por expertos

puntos (FR1.14). Si asumimos dos puntos en la escala como una diferencia aceptable, podríamos decir que la asignación de prioridades dio valores aceptables para el 64 % (16/25) de los requisitos, lo cual es por cierto bastante prometedor.

La Figura 5.45 muestra las desviaciones correspondientes a dos personas con preferencias visuales respecto a las prioridades ideales dadas por expertos para el primer sistema (X), donde un valor pequeño implica priorización más exacta. La línea 3D blanca denota la desviación cuando el individuo visual utiliza una SRS visual, mientras que la línea negra denota otro individuo con preferencia visual pero considerando una SRS no visual.

Algo similar puede ser observado en la Figura 5.46 donde los valores menores a 3 del eje Y representan desviaciones aceptables, ya que están próximos a los valores asignados por expertos. En la figura, podemos apreciar los valores especificados por un individuo visual utilizando una SRS visual (con diamante blanco) y los valores dados por otro individuo visual utilizando una SRS no visual (con rectángulos gris oscuro). Además podemos ver que 9 desviaciones importantes son presentadas por el primer individuo visual, en contraste con 21 desviaciones para la otra persona; sumado a esto tenemos que la media de las desviaciones para la primer persona (perfil visual, SRS visual) es 2.2 contra 2.8 dada para la otra persona (perfil visual, SRS no visual).

De manera similar en la Figura 5.47 podemos analizar al otro sistema (Sistema Y), la cual muestra desviaciones de apreciaciones de dos sujetos uno con preferencia visual fuerte (VVi6) y otro con preferencia verbal (SVe11) respecto a los valores determinados por los expertos. En este caso las desviaciones de VVi6 son representadas por diamantes

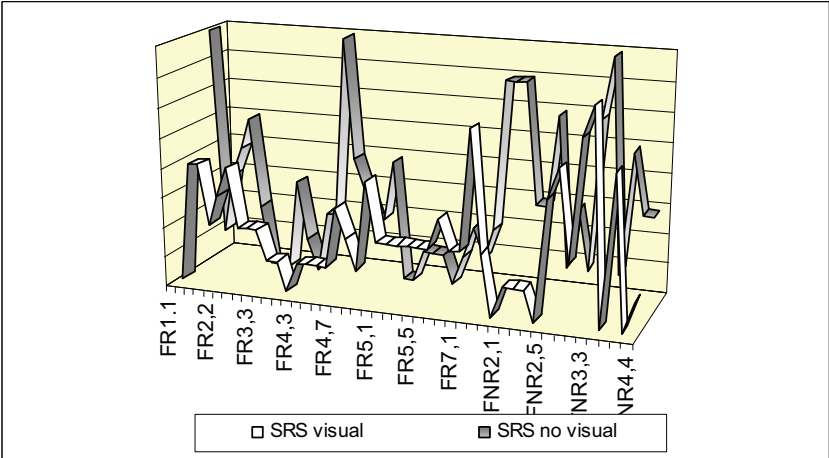


Figura 5.45: Desviaciones de prioridades individuos visuales

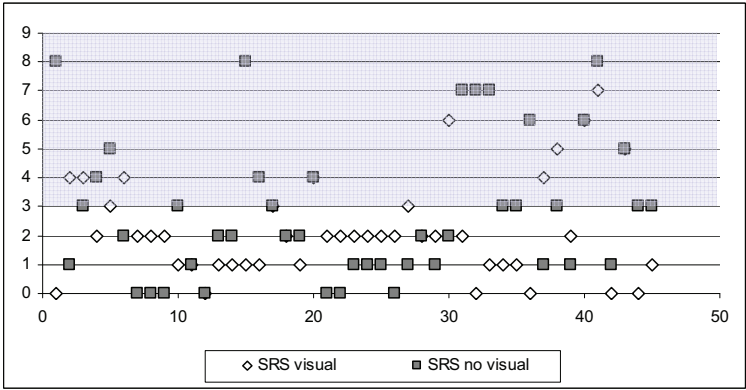


Figura 5.46: Desviaciones de individuos visuales respecto a las SRSs

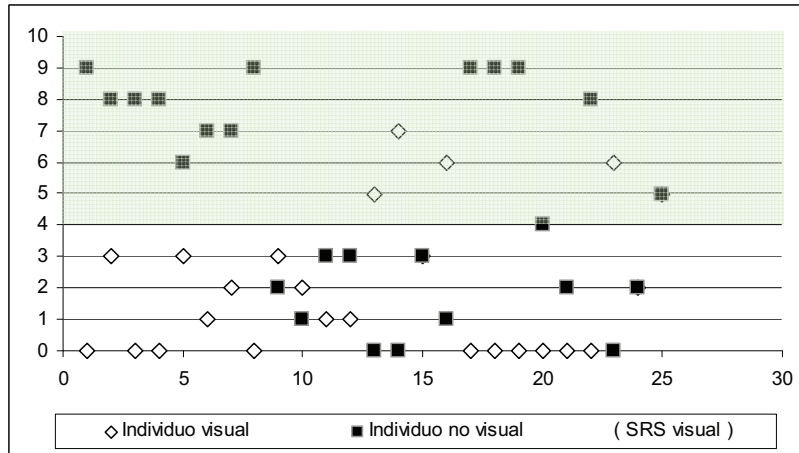


Figura 5.47: Desviaciones correspondientes al Sistema Y

blancos, en cambio las de SVe11 son representadas por cuadrados negros. Como es de esperar, para una especificación visual, los individuos visuales asignan valores con menores diferencias (más cercanos al ideal) que los individuos no visuales (sólo 4 desviaciones se ven sobre el valor 3 del eje Y) .

Considerando ambas ópticas, también ilustradas en forma más completa en el Apéndice B podemos asegurar que existen diferencias frente a las distintas especificaciones de acuerdo a las características cognitivas de los individuos.

Los resultados obtenidos en este análisis detallado nos incentivan para continuar el estudio siguiendo esta línea.

5.2.5. Conclusiones

Los análisis no determinísticos no sólo ayudaron sino que nos motivaron a continuar con nuestra línea de investigación, ya que los resultados preliminares nos indicaron la posible existencia de una relación entre los perfiles cognitivos de las personas determinados por las dimensiones del modelo de aprendizaje F-S y la forma en que entienden y priorizan los requisitos de software. A partir de esto el análisis estadístico nos confirmó la relación que habíamos supuesto.

Todas las preguntas realizadas en los formularios se utilizaron para el análisis estadístico, el análisis cualitativo o para verificar que el experimento se haya realizado a conciencia.

Hemos presentado resultados de experimentos controlados, sobre relaciones entre perfiles cognitivos y la forma en que se comprenden y priorizan los requisitos de

software. Luego de estos experimentos es indudable una relación entre los perfiles cognitivos (específicamente visual - verbal) y la especificación utilizada en los SRS. En nuestras aplicaciones, alinear SRS con respecto a perfiles cognitivos incrementa el valor de las características como la exactitud y la comprensión de los requisitos priorizados.

En resumen, se puede afirmar que los perfiles cognitivos influyen en la elicitación de requisitos como fue mostrado en el experimento. De todas maneras los experimentos controlados tienen sus limitaciones y no pueden ser generalizados a cualquier situación utilizando cualquier metodología o método.

Capítulo 6

Conclusiones

En el capítulo final de esta tesis, se presentan las principales contribuciones de la investigación. De esta manera, los apartados incluidos son los siguientes: análisis de consecución de objetivos, aportes de esta tesis, contraste de los mismos en publicaciones científicas y líneas de investigación futuras.

6.1. Análisis de la consecución de objetivos

En el primer capítulo de esta tesis se han presentado los objetivos parciales que se pretendían cumplir para satisfacer el objetivo principal de nuestra investigación, que es el siguiente:

Definir una estrategia que describa un proceso sistemático para la priorización de requisitos, basada en el análisis de las características del equipo participante, y destinada a mejorar la percepción de los stakeholders y, como consecuencia, el proceso de elicitación de requisitos.

A continuación se presenta una valoración de la consecución de cada uno de los objetivos parciales:

■ Objetivo 1

Estudiar las técnicas de elicitación y priorización de requisitos existentes, analizando ventajas y limitaciones de su uso y teniendo en cuenta los aspectos cognitivos de las personas involucradas.

Se ha revisado ampliamente la bibliografía a fin de conseguir una visión general de los métodos y técnicas utilizados para elicitación de requisitos y utilizados en la priorización de requisitos (Sección 3.2). Se ha definido un marco de evaluación,

y se clasificaron once técnicas de priorización respecto a dicho marco comparativo (Sección 3.3).

■ **Objetivo 2**

Estudiar modelos cognitivos existentes y analizar su aplicación al análisis de un grupo de personas trabajando en un proceso de elicitación y priorización de requisitos.

Se han analizado las técnicas de priorización desde el punto de vista cognitivo. Se han cotejado distintos modelos de estilos cognitivos y de aprendizaje ampliamente utilizados y se eligió uno de estos modelos para ser utilizado en un grupo de personas como base para nuestra metodología propuesta (Sección 3.4).

■ **Objetivo 3**

Proponer un marco que sirva para:

1. **La detección de problemas que pueden surgir en un equipo que realiza la tarea de elicitación de requisitos con respecto a la percepción de los mismos.**

Se han analizado los momentos dentro del proceso de elicitación de requisitos donde se detectan los conflictos en forma temprana, y la manera de subsanarlos con mayor probabilidad de éxito. Se ha detectado que el momento de reducir conflictos a menor costo es en la etapa de priorización de requisitos de software mediante la negociación entre las partes. Por lo cual nuestra propuesta apunta a detectar en forma temprana los diferentes problemas dentro de un equipo de desarrollo, utilizando conceptos innovadores pertenecientes al área de la informática cognitiva. Las consideraciones a tomar en cuenta así como la solución a diferentes problemas se ilustran con un ejemplo representativo (Sección 4.6.4).

2. **La implementación de un conjunto de estrategias que resuelvan o minimicen, principalmente problemas relacionados a la percepción y entendimiento de requisitos durante la priorización de los mismos.**

Como parte de nuestro trabajo se ha propuesto una metodología que extiende el modelo de proceso de elicitación de requisitos de Christel (Sección 4.1) especificando el momento no sólo de detección de conflictos, también de resolución y luego de validación. Nuestra propuesta RePriM

está esquematizada en un conjunto de diagramas desagregados hasta llegar a un detalle de especificación de cada actividad a realizar (Secciones 4.2, 4.3, 4.4, 4.5 y 4.6). Los diagramas especifican entradas, restricciones, recursos y salidas determinados para la implementación de la propuesta, la cual, si bien puede ser implementada mediante distintas técnicas de elicitación, ésta ha sido ejemplificada a través de una técnica orientada por objetivos (Sección 4.6.4). En el ejemplo se ha demostrado cómo se puede detectar conflictos entre stakeholders, el análisis de los mismos, la asignación de pesos cognitivos, la forma de valuación de cada stakeholder así como el detalle de cómo varía el conjunto de requisitos candidatos hasta llegar al conjunto de requisitos final, y los cambios convenientes en la SRS.

- **Objetivo 4**

- **Validar la estrategia propuesta.**

Se ha diseñado la estrategia experimental a llevar a cabo (Sección 5.1) y se ha realizado el primer experimento para validar la aplicación de la estrategia sobre grupos de trabajo en preferencias simples, visuales y no visuales (Sección 5.2). Se consideró para esto los conocimientos sobre técnicas de elicitación que tenían previamente los individuos que realizaban el experimento, lo que resultó en especificaciones conformadas por diagramas (UML, diagramas de clase, diagramas de secuencia) y Casos de Uso. Se realizó la validación con respecto a la estrategia propuesta así como una serie de análisis. A partir de los resultados de los experimentos controlados se puede afirmar la existencia de relaciones entre perfiles cognitivos (visual - verbal) y la forma en que se comprenden y priorizan los requisitos de software. Esto significa que alinear SRS con respecto a perfiles cognitivos incrementa el valor de las características de exactitud y de comprensión de los requisitos priorizados.

6.2. Contribuciones

Como principales contribuciones de esta tesis se pueden mencionar las siguientes:

- Una técnica para la interacción de los stakeholders en el entendimiento y priorización de objetivos diseñada específicamente para tratar conflictos existentes. Si bien la metodología de la estrategia puede ser utilizada en todo

momento, en aplicaciones de gran envergadura se podría considerar utilizar sólo para aquellos objetivos en conflicto.

- Estrategias para minimizar dichos conflictos basada en la definición de un proceso de priorización de requisitos que clasifica preferencias de los stakeholders en forma semiautomática considerando sus perfiles cognitivos.
- Estrategias para seleccionar la mejor técnica de elicitación para un equipo de trabajo, considerando combinación de estilos cognitivos predominantes; estrategias que han sido previamente aplicadas en el campo de la informática para el estudio de los estilos cognitivos en el aprendizaje de programación, en la orientación para el diseño de cursos y en la selección de tecnologías durante la etapa de elicitación de requisitos distribuidos en entornos globales.
- La propuesta del marco metodológico RePriM tendiente a mejorar la estrategia de elicitación de requisitos incorporando nuevas formas de solucionar conflictos entre los stakeholders. El objetivo de la propuesta es por un lado mejorar la priorización de requisitos para determinar los requisitos a cumplirse en cada una de las versiones de un desarrollo y, por el otro, obtener requisitos más precisos.

6.3. Contrastación de resultados

A continuación se detallan las publicaciones realizadas hasta el momento de resultados parciales de esta tesis. Las mismas se listan clasificadas según su tipo:

Capítulos en Libros

- *Requirements Prioritization Techniques*. N. Martínez Carod, A. Cechich. En Encyclopedia of Information Science and Technology. Editado por Mehdi Khosrow-Pour, ISBN 978-1-60566-026-4. Editorial IGI Global Publishing. Páginas 3283-3291. Año 2009.
 - En esta publicación se muestra un compendio de las principales técnicas de priorización de requisitos, las cuales se encuentran un poco más detalladas en el Capítulo 3.

Journals y Revistas Científicas

- *A Classification Framework for Software Requirements Prioritization*. N. Martínez Carod, A. Cechich. RCC Colombian Journal of Computation. Vol 10-nro.2 pp. 99-129 Year 2009. ISSN 1657-2831.
 - Esta publicación clasifica las técnicas de priorización de requisitos en base a un marco conceptual predefinido, el mismo puede ser observado en el Capítulo 3.

Conferencias Internacionales

- *A Cognitive Psychology Approach for Balancing Elicitation Goals*. N. Martínez Carod, A. Cechich. Proceedings of the 6th IEEE International Conference on Cognitive Informatics, ICCI 2007, Agosto 6-8, Lake Tahoe, CA, USA. IEEE 2007, ISBN 1-4244-1327-3. Páginas 232-241.
 - Esta publicación describe nuestra propuesta con un caso de estudio, donde ambas descripciones se encuentran presentes en el Capítulo 4.
- *Cognitive-Driven Requirements Prioritization: A Case Study*. N. Martínez Carod, A. Cechich. Proceedings of the 9th International Conference on Cognitive Informatics, ICCI 2010, 7-9 Julio, Beijing, China. IEEE 2010.
 - En esta publicación se presenta la propuesta completa así como los pasos seguidos para su validación, correspondiéndose la propuesta con el Capítulo 4, los pasos para la validación con el Capítulo 2, y la validación con el Capítulo 5.
- *Cognitive Influences in Prioritizing Software Requirements*. N. Martínez Carod, A. Cechich. Proceedings of the 5th International Conference on Software and Data Technologies (ICSOFT), 22-24 Julio 2010, Atenas, Grecia.
 - En esta publicación se muestra cómo los perfiles cognitivos pueden mejorar la exactitud de la priorización de requisitos, así como pueden incrementar la satisfacción de los stakeholders, a través de un experimento controlado; como se puede observar en el Capítulo 5.

- *Cognitive Profiles in Understanding and Prioritizing Requirements: A Case Study*. N. Martínez Carod, A. Cechich. Proceedings of the 5th International Conference on Software Engineering Advances, ICSEA 2010, 22-27 Agosto, Niza, Francia.
 - Esta publicación detalla la validación de un experimento que se basa en hipótesis nulas referidas a los perfiles cognitivos de las personas. Los resultados muestran que el tipo de especificación alineado a los perfiles cognitivos incide tanto en el tiempo en entender los requisitos, como en el esfuerzo, comodidad y satisfacción de cada participante; como se puede observar en el Capítulo 5.

Conferencias Nacionales

- *Elicitación Basada en Psicología Cognitiva: Un Caso de Estudio*. N. Martínez Carod, A. Cechich, Actas XIV Congreso Argentino de Ciencias de la Computación, ISBN 978-987-24611-0-2, Editorial: Red UNCI, Lugar de edición: Argentina, Páginas: 769-780, Octubre 2008.
 - En este artículo comparamos la utilización de técnicas de elicitación asociadas a estilos cognitivos con la utilización de otras técnicas de elicitación que no consideran estilos cognitivos. El artículo sigue el método de investigación detallado en el Capítulo 2, y parte de la validación observable en el Capítulo 5.
- *Gestión de Preferencias de Requerimientos basada en Técnicas Cognitivas*. N. Martínez Carod, A. Cechich. Actas del XIII Congreso Argentino en Ciencias de la Computación, ISBN 978-950-656-109-3, Editorial: Red UNCI, Lugar de edición: Argentina. Páginas: 391-402, Octubre 2007.
 - Este artículo presenta la estrategia cognitiva en la resolución de conflictos, así como la manera de determinar el valor y el peso cognitivo de cada individuo, detallado en el Capítulo 4.
- *Estrategia Cognitiva aplicada a la Descomposición por Objetivos*. N. Martínez Carod. IX Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación, Argentina, Mayo 2007.

- En este artículo muestra una forma de mejorar las técnicas de descomposición de objetivos existentes, poniendo énfasis en la comunicación, lo que puede observarse en el Capítulo 4.
- *Priorización de Requerimientos de Software usando una Estrategia Cognitiva.* N. Martínez Carod. VIII Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación, Argentina, Mayo 2006. ISBN13: 978-950-9474-35-2.
 - Este artículo apunta a describir una estrategia cognitiva para la priorización de requisitos, detallado en el Capítulo 4.
- *Classifying Software Requirement Prioritization Approaches.* N. Martínez Carod, A. Cechich, Actas del XI Congreso Argentino en Ciencias de la Computación, ISBN 950-698-166-3, Editorial: Red UNCI, Lugar de edición: Argentina. Páginas: 423-434, Octubre 2005.
 - Este artículo provee un marco de clasificación a las distintas técnicas de priorización de requisitos, destacando las diferencias y similitudes entre las técnicas, lo que puede ser observado en forma detallada en el Capítulo 3.
- *A Cognitive Approach to Improve Software Engineering Processes.* N. Martínez Carod, A. Martín, G. Aranda, A. Cechich. 7th Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación, Argentina, Mayo 2005. ISBN 950-665-337-2. Páginas: 81-85.
 - Aquí se describe un enfoque cognitivo que es utilizado en los distintos procesos de Ingeniería de Software, enfoque que puede ser apreciado en el Capítulo 3.
- *Applying Learning Style Models to Prioritize Conflicting Goals .* N. Martínez Carod, A. Cechich. 6th Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación, Argentina, Mayo 2004. Páginas: 157-161.
 - Este artículo muestra una resolución de conflictos de objetivos, estudiando cómo las personas se comunican, perciben y entienden, con el fin de obtener un orden de prioridad entre los objetivos, lo cual tiene relación con nuestra propuesta, Capítulo 4.

- *Classifying Groupware Tools to Improve Communication in Geographically Distributed Elicitation*. A. Martín, C. Martínez, N. Martínez-Carod, G. Aranda, and A. Cechich. En Actas del IX Congreso Argentino en Ciencias de la Computación, Editorial: Red UNCI, Lugar de edición: Argentina, Páginas: 942-953, Octubre 2003.
 - En esta publicación se describe cómo se puede mejorar la comunicación aplicando modelos de aprendizajes cognitivos, información que puede ser observada en el Capítulo 3.
- *Proceso de Elicitación en Entornos Virtuales de Colaboración: Aspectos Comunicacionales*. G. Aranda, A. Martín, C. Martínez, N. Martínez Carod. 5^o Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación, Argentina, Mayo 2003. Páginas 23-27.
 - Este artículo aplica la Ingeniería Cognitiva para mejorar la interacción de las personas que intervienen en un desarrollo de software (desarrolladores, usuarios, clientes); lo que puede ser analizado a partir del Capítulo 3.

6.4. Líneas de trabajo futuras

Quedan abiertas las siguientes líneas de trabajo:

- Se diagramó un segundo experimento definido para poder realizarse luego de un curso específico a brindar sobre la técnica de descomposición de objetivos. De este segundo experimento se realizó la primer etapa determinando los grupos establecidos, y se esquematizaron las etapas posteriores al curso previamente mencionado. La estrategia experimental se ha esquematizado estipulando cómo será la aplicación considerando preferencias visuales y no visuales. A corto plazo se planea brindar un curso introductorio necesario para poder finalizar la implementación del segundo experimento planteado.
- A corto plazo se planea replicar el experimento desarrollado con una mayor cantidad de personas, analizando más características del grupo participante así como otras posibles técnicas de elicitación y otra combinación de factores. Para ello se está estudiando la posibilidad de realizar experimentos en diferentes universidades.

- También se planea replicar el experimento a corto plazo considerando grupos combinados de preferencias.
- A mediano plazo se planea extender la estrategia aplicando más consideraciones, tales como: asignar mayor peso cognitivo al conocimiento experto, dando un peso al rol de cada participante, considerando políticas de la empresa, entre otros.
- A largo plazo se planea desarrollar una herramienta de soporte de nuestra propuesta que pueda ser utilizada en el desarrollo real.
- Complementariamente se planea poder aplicar la propuesta, dentro de un desarrollo real, utilizando para ello la herramienta desarrollada.

Apéndice A

Detalle del Experimento

En este apéndice presentamos un resumen de las actividades realizadas para el primer experimento.

Las actividades fueron desarrolladas para un grupo de estudiantes que cursaban el tercer año de la carrera de Licenciatura en Informática, de tal manera que tuvieran conocimiento sobre técnicas de elicitación además de una mínima experiencia en el desarrollo de proyectos de software.

El desarrollo se trabajó como ejercicio obligatorio dentro de la materia Teoría y Diseño de Bases de Datos, por lo cual se utilizaron los mismos recursos que se utilizan en la asignatura para intercambio de comunicación docente-alumno, que es a través de la plataforma de educación a distancia PEDCO.

Primero se colocaron los conceptos básicos de estilos de aprendizaje necesarios para los alumnos, luego se explicitaron los distintos modelos de aprendizaje, y los objetivos.

En la Figura A.1 podemos visualizar cómo se presentan los conocimientos básicos a los estudiantes para poder realizar el experimento. Los modelos cognitivos presentados pueden ser consultados accediendo al respectivo enlace.

Cada modelo tiene un documento explicativo con las características básicas del mismo.

La Figura A.2 detalla las actividades a realizar siguiendo tres etapas. A continuación detallamos cada una de ellas.

Teoría y Diseño de Bases de Datos Usted se ha autenticado como N.

PEDCO ▶ TallerA Cambiar rol a...

Personas

Participantes

Actividades

Foros
Recursos
Tareas

Buscar en los foros

Ir
Búsqueda avanzada

Administración

Activar edición
Configuración
Asignar roles
Calificaciones
Grupos
Copia de seguridad
Restaurar
Importar
Reiniciar
Informes
Preguntas
Archivos
Desmatricular en TallerA
Perfil

Mis cursos

Administración y Gestión de Proyectos
Coordinación Programación
Desarrollo de Software
Elementos de Programación
Elementos de Programación (Recursado)
Estructuras de Datos y Algoritmos
Estructuras de Datos y Algoritmos (Recursado)
Programación Orientada a Objetos
Repositorio Tesis de Posgrado y de Licenciatura en Ciencias de la Computación
Resolución de Problemas y Algoritmos

Diagrama de temas

BIENVENIDOS!!!

Teoría y Diseño de Bases de Datos

Novedades

1

Conceptos

Estilos de Aprendizaje:
El término "estilo de aprendizaje" se refiere al hecho de que cada persona utiliza su propio método o estrategias para aprender. El Análisis de Sistemas es involucra una serie de actividades donde el aprendizaje ocupa una posición fundamental. Partiendo de este concepto cada individuo tiende a desarrollar ciertas preferencias o tendencias que definen un estilo de aprendizaje.

¿En qué consiste?
Son los rasgos cognitivos, afectivos y fisiológicos que sirven como indicadores relativamente estables de cómo las personas perciben, interaccionan y responden, es decir, tienen que ver con la forma en que la personas estructuran los contenidos, la forma en que utilizan conceptos, la manera de interpretar la información, de resolver problemas, la preferencia por medios de representación, etc.

¿Los estilos de aprendizajes son fijos?
Los estilos de aprendizaje, aunque son relativamente estables, pueden cambiar; pueden ser diferentes en situaciones diferentes; son susceptibles de mejorarse.

2

Modelos Existentes

Aquí mostramos algunos modelos sobre estilos de aprendizaje más utilizados:

- Modelo de los Cuadrantes Cerebrales de Herrmann
- Modelo de Felder y Silverman
- Modelo de Kolb
- Modelo de Programación Neurolingüística de Bandler y Grinder
- Modelo de las Inteligencias Múltiples de Gardner

3

Objetivo

Objetivo: "aprovechar los modelos de estilos de aprendizaje para mejorar la comunicación durante un proceso de elicitación de requerimientos".

- Las personas involucradas en la obtención de requerimientos "aprenden" al analizar una actividad u organización

Figura A.1: Conceptos definidos en la plataforma

Base de Datos

- Teoría y Diseño de Bases de Datos
- Eventos
- Programación en Java
- Repositorio de Documentación Académica (Licenciatura en Cs de la Computación)
- [Todos los cursos ...](#)

estilo de aprendizaje

4
☐

Actividades

Primera Etapa	Se determinan los grupos de trabajos de acuerdo con su estilo de aprendizaje
	Formulario a contestar Determinación de Perfiles Cognitivos

[Primera Etapa - Subir el resultado del cuestionario](#)

Segunda Etapa	Trabajo práctico por grupos divididos según su perfil cognitivo.
	Instrucciones a seguir- <i>Grupos De Trabajo - Grupo A - Grupo B</i>
	Enunciado del Grupo A Enunciado del Grupo B

Pasos a seguir:

- Buscar el grupo al que pertenece (A o B).
- La definición del grupo es para establecer el enunciado con el cual se va a trabajar, pero el ejercicio debe realizarse en forma **INDIVIDUAL**.
- Optar por cargar sólo el enunciado del grupo a que pertenece.
- Los enunciados tienen una explicación de un sistema, una especificación de requisitos para dicho sistema y termina listando los requisitos.
- Leer el enunciado.
- Completar el documento de priorización de requisitos (colocando valor numérico a los requisitos y respondiendo algunas preguntas).
- En la siguiente tarea subir el documento respondido.

[Formulario a Contestar sobre requisitos](#)

[Segunda etapa - Subir resultado del cuestionario](#)

Tercera Etapa	Composición de los grupos . <i>Idem a la segunda etapa</i>
	Enunciado Grupo A
	Enunciado Grupo B

[Tercera y última etapa - Subir el resultado del nuevo formulario](#)

[Nuevo formulario sobre priorización](#)

Figura A.2: Actividades propuestas en la plataforma

A.1. Primera etapa

La primera actividad está diseñada para determinar los perfiles cognitivos a los participantes, para lo cual se utilizó el formulario enlazado a la etiqueta “Formulario a contestar”, dentro del cual existe una sección en la que los participantes deben colocar los resultados del cuestionario de estilos de aprendizaje diseñado por Felder y Silverman.

Primero detallaremos una traducción del Test de Felder Silverman, tanto el test junto con su generación de resultados online están disponibles en la web ¹.

A.1.1. Traducción del Cuestionario de Felder y Silverman

Instrucciones Encierre en un círculo la opción "a" o "b" para indicar su respuesta a cada pregunta.

Seleccione solamente una respuesta para cada pregunta.

Si tanto "a" y "b" parecen aplicarse a usted, seleccione aquella que se aplique más frecuentemente.

Responda todas las preguntas.

Preguntas

1. Entiendo mejor algo:

- a) si lo practico.
- b) si pienso en ello.

2. Me considero:

- a) realista.
- b) innovador.

3. Cuando pienso acerca de lo que hice ayer, es más probable que lo haga en base a:

- a) una imagen
- b) palabras.

4. Tengo tendencia a:

¹<http://www.engr.ncsu.edu/learningstyles/ilsweb.html>

- a) entender los detalles de un tema pero no ver claramente su estructura completa.
 - b) entender la estructura completa pero no ver claramente los detalles.
5. Cuando estoy aprendiendo algo nuevo, me ayuda:
- a) hablar de ello.
 - b) pensar en ello.
6. Si yo fuera profesor, preferiría dar un curso:
- a) que trate sobre hechos y situaciones reales de la vida.
 - b) que trate con ideas y teorías.
7. Prefiero obtener información nueva de:
- a) imágenes, diagramas, gráficas o mapas.
 - b) instrucciones escritas o información verbal.
8. Una vez que entiendo:
- a) todas las partes, entiendo el total.
 - b) el total de algo, entiendo como encajan sus partes.
9. En un grupo de estudio que trabaja con un material difícil, es más probable que:
- a) participe y contribuya con ideas.
 - b) no participe y solo escuche.
10. Es más fácil para mí:
- a) aprender hechos.
 - b) aprender conceptos.
11. En un libro con muchas imágenes y gráficas es más probable que:
- a) revise cuidadosamente las imágenes y las gráficas.
 - b) me concentre en el texto escrito.

12. Cuando resuelvo problemas de matemáticas:
 - a) generalmente trabajo sobre las soluciones con un paso a la vez.
 - b) frecuentemente sé cuales son las soluciones, pero luego tengo dificultad para imaginarme los pasos para llegar a ellas.

13. En las clases a las que he asistido:
 - a) he llegado a saber como son muchos de los estudiantes.
 - b) raramente he llegado a saber como son muchos estudiantes.

14. Cuando leo temas que no son de acción, prefiero:
 - a) algo que me enseñe nuevos hechos o me diga como hacer algo.
 - b) algo que me de nuevas ideas en que pensar.

15. Me gustan los profesores:
 - a) que utilizan muchos esquemas en el pizarrón.
 - b) que toman mucho tiempo para explicar.

16. Cuando estoy analizando un cuento o una novela:
 - a) pienso en los incidentes y trato de acomodarlos para configurar los temas.
 - b) me doy cuenta de cuales son los temas cuando termino de leer y luego tengo que regresar y encontrar los incidentes que los demuestran.

17. Cuando comienzo a resolver un problema de tarea, es más probable que:
 - a) comience a trabajar en su solución inmediatamente.
 - b) primero trate de entender completamente el problema.

18. Prefiero la idea de:
 - a) certeza.
 - b) teoría.

19. Recuerdo mejor:

a) lo que veo.

b) lo que oigo.

20. Es más importante para mí que un profesor:

a) exponga el material en pasos secuenciales claros.

b) me dé un panorama general y relacione el material con otros temas.

21. Prefiero estudiar:

a) en un grupo de estudio.

b) solo.

22. Me considero:

a) cuidadoso en los detalles de mi trabajo.

b) creativo en la forma en la que hago mi trabajo.

23. Cuando alguien me da direcciones de nuevos lugares, prefiero:

a) un mapa.

b) instrucciones escritas.

24. Aprendo:

a) a un paso constante. Si estudio con ahínco consigo lo que deseo.

b) en inicios y pausas. Me llevo a confundir y súbitamente lo entiendo.

25. Prefiero primero:

a) hacer algo y ver que sucede.

b) pensar como voy a hacer algo.

26. Cuando leo por diversión, me gustan los escritores que:

a) dicen claramente los que desean dar a entender.

b) dicen las cosas en forma creativa e interesante.

27. Cuando veo un esquema o bosquejo en clase, es más probable que recuerde:
- a) la imagen.
 - b) lo que el profesor dijo acerca de ella.
28. Cuando me enfrento a un cuerpo de información:
- a) me concentro en los detalles y pierdo de vista el total de la misma.
 - b) trato de entender el todo antes de ir a los detalles.
29. Recuerdo más fácilmente:
- a) algo que he hecho.
 - b) algo en lo que he pensado mucho.
30. Cuando tengo que hacer un trabajo, prefiero:
- a) dominar una forma de hacerlo.
 - b) intentar nuevas formas de hacerlo.
31. Cuando alguien me enseña datos, prefiero:
- a) gráficas.
 - b) resúmenes con texto.
32. Cuando escribo un trabajo, es más probable que :
- a) lo haga (piense o escriba) desde el principio y avance.
 - b) lo haga (piense o escriba) en diferentes partes y luego las ordene.
33. Cuando tengo que trabajar en un proyecto de grupo, primero quiero:
- a) realizar una "lluvia de ideas" donde cada uno contribuye con ideas.
 - b) realizar la "lluvia de ideas" en forma personal y luego juntarme con el grupo para comparar las ideas.
34. Considero que es mejor elogio llamar a alguien:

- a) sensible.
 - b) imaginativo.
35. Cuando conozco gente en una fiesta, es más probable que recuerde:
- a) cómo es su apariencia.
 - b) lo que dicen de sí mismos.
36. Cuando estoy aprendiendo un tema, prefiero:
- a) mantenerme concentrado en ese tema, aprendiendo lo más que pueda de él.
 - b) hacer conexiones entre ese tema y temas relacionados.
37. Me considero:
- a) abierto.
 - b) reservado.
38. Prefiero cursos que dan más importancia a:
- a) material concreto (hechos, datos).
 - b) material abstracto (conceptos, teorías).
39. Para divertirme, prefiero:
- a) ver televisión.
 - b) leer un libro.
40. Algunos profesores inician sus clases haciendo un bosquejo de lo que enseñarán. Esos bosquejos son:
- a) algo útiles para mí.
 - b) muy útiles para mí.
41. La idea de hacer una tarea en grupo con una sola calificación para todos:
- a) me parece bien.
 - b) no me parece bien.

42. Cuando hago grandes cálculos:
- a) tiendo a repetir todos mis pasos y revisar cuidadosamente mi trabajo.
 - b) me cansa hacer su revisión y tengo que esforzarme para hacerlo.
43. Tiendo a recordar lugares en los que he estado:
- a) fácilmente y con bastante exactitud.
 - b) con dificultad y sin mucho detalle.
44. Cuando resuelvo problemas en grupo, es más probable que yo:
- a) piense en los pasos para la solución de los problemas.
 - b) piense en las posibles consecuencias o aplicaciones de la solución en un amplio rango de campos.

A.1.2. Formulario

El formulario completo enlazado a “Formulario a contestar” se muestra en las Figuras A.3, A.4, A.5, A.6, A.7, A.8, y debe ser contestado dentro de la tarea enlazada a la etiqueta “Primera etapa. Subir el Formulario a contestar” de la Figura A.2.

La primera parte del “Formulario a contestar”, da las instrucciones generales (Figura A.3) y carga los datos personales (Figura A.4). En la segunda parte del formulario, detallada en la Figura A.5, es la parte donde se procura determinar la experiencia de la persona participante con respecto a las técnicas de elicitación. Se obtiene el grado de experiencia de la persona, detalle del tipo de desarrollo en que ha trabajado, si ha trabajado como estudiante o dentro de un equipo real, además del tipo de experiencia con respecto a algunas técnicas de elicitación.

La tercer sección del “Formulario a contestar” (Figura A.6) se utiliza para obtener las preferencias de los participantes respecto de cada técnica. Las preguntas posteriores de esa sección y las mostradas en la Figura A.7 se utilizan para verificar que el cuestionario sea realizado a conciencia.

La última parte del cuestionario es la que obtiene los resultados del cuestionario de Felder-Silverman on line, Figura A.8. Específicamente se solicita a los participantes que coloquen el resultado ya que es una imagen donde la parte superior tiene el nombre y apellido de la persona que realizó el cuestionario on-line por lo tanto es muy difícil de modificar.

Questionario para determinar Perfiles Cognitivos

Este cuestionario sirve para identificar los perfiles cognitivos de cada persona.

Para sacar el mayor provecho de este cuestionario pedimos que responda el mismo en forma individual

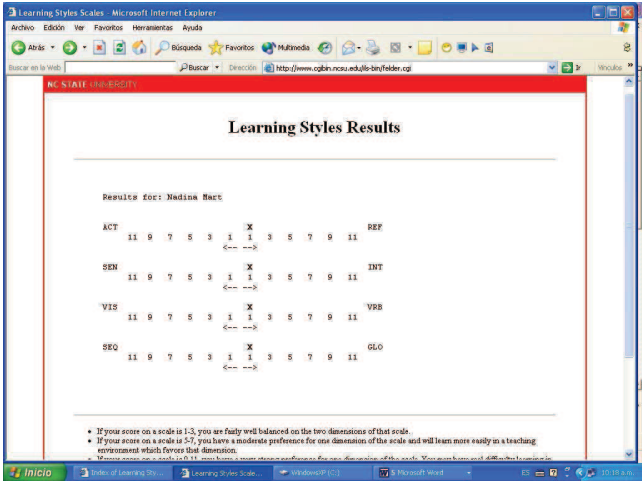
El cuestionario se divide en tres partes: datos personales y experiencia, perfil cognitivo y preferencias en técnicas de elicitación.

Antes de contestar lea detenidamente todo el documento

Responde el cuestionario siguiendo estas instrucciones:

Lea las siguientes instrucciones y luego ejecute los pasos en el orden establecido.

- ✚ Complete los datos personales – [IR a Datos Personales](#)
- ✚ Complete el cuestionario de Felder-Silverman para determinar el estilo de aprendizaje suyo. Al terminar el cuestionario verá el resultado de una manera similar a la siguiente pantalla



- ✚ Conteste el cuestionario de estilos de aprendizaje – [IR a determinar su Estilo de Aprendizaje](#)
- ✚ Copie la pantalla resultado mediante la función PrtScr de su PC. – [IR a guardar resultados](#)
- ✚ Guarde este documento, como *Rtado_ApellidoNombre*, donde *ApellidoNombre* indica su nombre y apellido y súbalo a la plataforma.

1

Figura A.3: Página 1 del cuestionario

I. Datos Personales

Apellido y nombre:
Email:

Edad:
Hasta 25 - de 26 a 35 - de 36 a 45 Más de 45

Organización donde trabaja:

Tipo de trabajo:
Conducción (Jefe de área, gerente) - Administrativo - Técnico

Figura A.4: Página 2 del cuestionario

A.2. Segunda etapa

En la segunda actividad, Figura A.2, se divide aleatoriamente a los participantes en dos grupos. Complementariamente se dan las instrucciones para continuar. Esta etapa posee dos enunciados, cada uno diagramado para un grupo (Enunciado del grupo A y Enunciado del Grupo B). Los participantes deberán contestar el “Formulario a Contestar sobre requisitos” conforme al enunciado del grupo al que pertenecen. Ni bien los participantes responden dicho formulario, sus resultados deben ser adosados en la tarea de “Segunda etapa - Subir resultado del cuestionario”.

Ambos enunciados tienen una parte en común y una parte en la cual difieren. Aquí detallaremos ambas partes.

A.2.1. Parte común

Administración de Recursos de la Facultad

Objetivo: La idea de este sistema es poder aprovechar al máximo las aulas y recursos materiales de la facultad

Se desea administrar horarios para mejor aprovechamiento de aulas y otros recursos de la facultad.

Las aulas pueden ser utilizadas para asignaturas de alguna carrera, para cursos, como sala de conferencias, para tomar examen y para cualquier actividad académica avalada por docentes y directivos.

En cualquier momento el usuario docente puede consultar las aulas asignadas hasta el momento, pero la asignación de aulas la realiza el administrador a pedido del docente a cargo de dicho curso o actividad. Cuando el docente va a solicitar un aula o recurso

II. Experiencia

1- De acuerdo a la siguiente escala de experiencia complete las próximas tablas, marcando en cada fila sólo una opción (la que considere más adecuada):

Ninguna	Poca	Alguna	Bastante	Mucha
1	2	3	4	5

En tipos de desarrollos

	1	2	3	4	5
Indique cuál considera es el grado de experiencia en proyectos de software	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Conteste las próximas 5 preguntas sólo en caso contar con algún tipo de experiencia (sin importar su tipo)

Marque la opción más adecuada:

	1	2	3	4	5
Experiencia en técnicas de elicitación en general	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Para las siguientes actividades marque su tipo de experiencia:

<i>Actividades</i>	1	2	3	4	5
Encuestas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Entrevistas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Cuestionarios	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Torbellino o lluvia de ideas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Análisis de documentación escrita (manuales, etc)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Análisis de gráficos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Prototipación	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Utilización de casos de uso	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Modelado (Diagramas UML u otros)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Análisis de Objetivos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Priorización de requerimientos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

3

Figura A.5: Página 3 del cuestionario

III. Preferencias

Considere la siguiente tabla:

No Preferida	Inapropiada	Indiferente	Preferida	Muy Preferida
1	2	3	4	5

2- Indique el número de preferencia de cada una de las actividades que se detallan

- ✓ Encuestas,
- ✓ Cuestionarios,
- ✓ Torbellino o lluvias de ideas,
- ✓ Análisis de documentación escrita,
- ✓ Análisis de Gráficos,
- ✓ Prototipación,
- ✓ Casos de uso,
- ✓ Modelado
- ✓ Análisis de Objetivos,
- ✓ Priorización de requerimientos.

Trate de contestar las próximas preguntas lo más detallado posible

3-¿Considera que la utilización de más de una técnica de elicitación es mejor a la utilización de una técnica en particular? ¿Por qué?

4-¿Con qué técnica/s supone que se sentiría más cómodo para trabajar?

4

Figura A.6: Página 4 del cuestionario

5-¿Cuál es la razón por la que supone prefiere trabajar con las técnicas mencionadas?

6-¿Cuál técnica no utilizaría y porqué?

Modificar *Seguir*

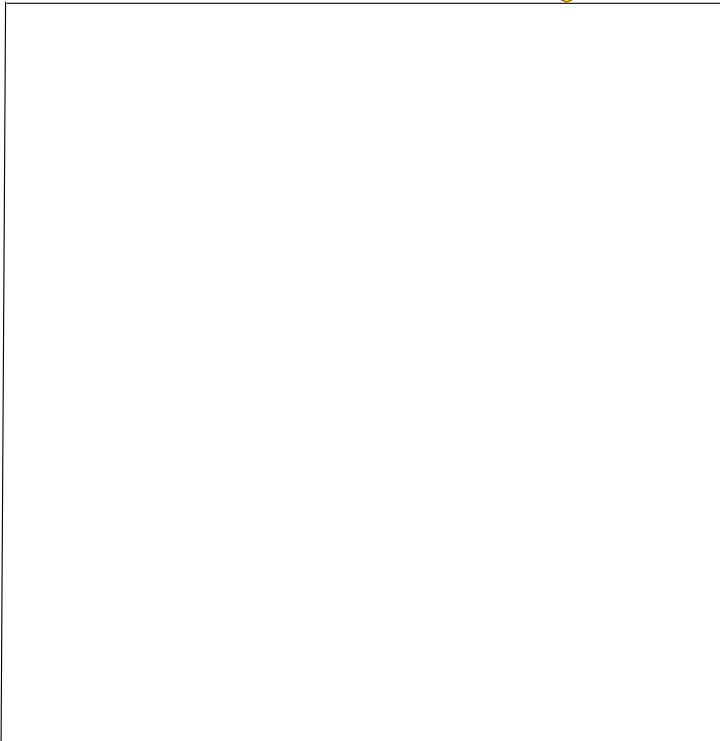
5

Figura A.7: Página 5 del cuestionario

Resultados Obtenidos sobre el perfil cognitivo

Pegue aquí los resultados obtenidos del perfil cognitivo.....

Resultados del test:



[Volver al cuestionario](#)

6

Figura A.8: Página 6 del cuestionario

el administrador determina qué horarios están disponibles de acuerdo al curso, materia a dictarse o examen. De haber más de un horario disponible, el docente podrá elegir entre los que desea.

Los horarios de utilización de aulas, en el caso de asignaturas o cursos, deben ser mantenidos por el período que dure la asignatura o el curso (cuatrimestre).

Las asignaciones de aulas para asignaturas correspondientes a las carreras tienen mayor prioridad frente a cualquier otro pedido de recursos.

Los cursos pueden durar uno o varios días. Así como los cursos están los exámenes, los cuales sólo se fijan previamente para un día un horario en particular. En el caso de exámenes finales, pueden existir exámenes de diferentes asignaturas en la misma aula y horario, siempre y cuando los docentes encargados estén de acuerdo.

Cualquier otro tipo de utilización de aulas es a demanda, lo que significa que siempre y cuando esté disponible un aula o recurso, éste puede ser utilizado en el momento o con un pedido previo.

La utilización de cualquiera de los demás recursos también puede ser por un período o a demanda, rigiendo la misma prioridad que las aulas.

Existen salas especiales como las salas de máquinas y aquellas que tienen algún recurso incluido como cañón o proyector. Los recursos que son propios de ciertas aulas no pueden moverse de dichas aulas. Se las debe considerar las salas de máquina sólo para las asignaturas que necesitan de práctica en computación, para los exámenes que requieren práctica de computación y para los cursos (tanto internos como externos) que requieran la utilización de máquinas.

Es importante que no exista superposición de horarios en las asignaturas correspondientes a los cursados del mismo cuatrimestre de la misma carrera. El sistema también debe tener en cuenta las restricciones personales por las cuales el docente no pueda utilizar un aula en alguna franja horaria (ejemplo: docentes que tengan otro trabajo fijo en un determinado horario).

También se trata que no exista superposición de horarios entre las asignaturas correspondientes a los cursados de un cuatrimestre (situación que puede llegar a darse). Otra característica es que de ser posible se busca que las clases no sean en días consecutivos.

A pedido del docente, y en caso que hubiera recursos disponibles para reasignación, se puede establecer una reasignación de aulas y/o recursos.

En caso de haber disponibles recursos en un momento determinado, el docente puede solicitar algún recurso por un período de tiempo preestablecido tanto dentro o

fuera de la facultad. Los recursos pueden ser utilizados fuera de la facultad, pero para su utilización se necesita autorización previa especial del decanato, y estar un docente encargado. En caso de daños en algún recurso se elevará una nota de reclamo hacia el docente responsable.

Un docente puede en cualquier momento pedir algún aula, especificando las razones, la cual se asignará en caso de estar disponible. Deberá establecer el período de veces que necesitará el aula.

En caso que no exista disponibilidad de horarios para una asignatura o curso determinado porque hubiera aulas asignadas previamente para alguna actividad temporal que caiga en conflicto con los horarios para la asignatura, el docente podrá realizar el pedido de reasignación de horarios para dichos horarios en conflicto; por lo cual el administrador deberá informar a cada docente responsable de las asignaciones eventuales que quedaron en conflicto que se eliminarán, debiendo ser solicitadas nuevamente en una nueva oportunidad.

A.2.2. Parte específica

A.2.2.1. Grupo A - Especificación visual

Especificación dada al grupo A. Se compone de varias partes, dentro de las cuales está un esquema mostrando las funciones a realizar por el sistema, Figura A.9; el diagrama de clases, Figura A.10; diagrama de casos de uso general, Figura A.11 y diagramas de secuencia, Figuras A.12 A.13 A.14 A.15 A.16 y A.17.

Como no se asume la existencia de un sistema, sino que son funciones de la organización donde sus procesos serán parcialmente automatizados, entonces se utiliza la figura de un responsable administrativo que es el que dispara alguna que otra acción.

Los diagramas de secuencias son los referidos al pedido de asignación considerando que para registrar una “asignación de recursos” para un Dictado de Clase se requiere conocer el docente responsable del curso, el curso, los horarios, los recursos necesarios y la cantidad de alumnos; los referidos a “calcular posibles horarios”, “la liberación de recursos” y la “consulta de asignaciones”.

Casos de Uso

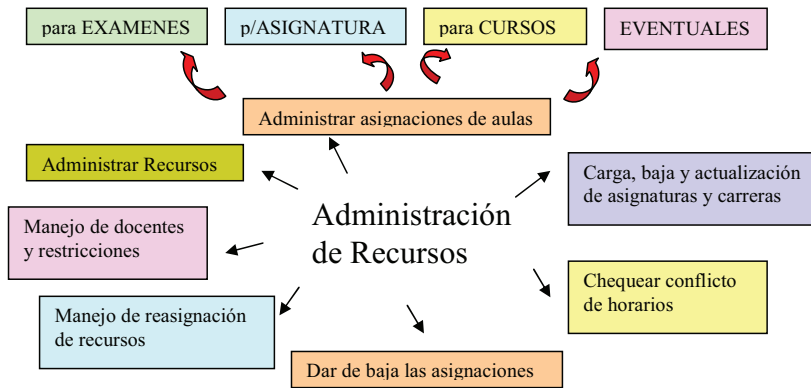


Figura A.9: Funciones a ser realizadas por el sistema- parte visual

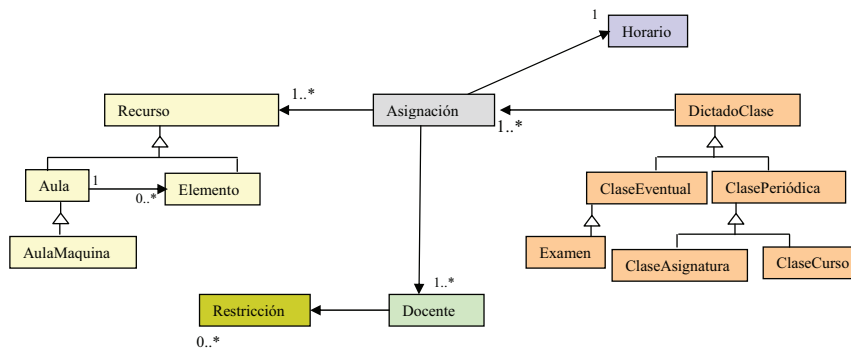


Figura A.10: Diagrama de clases

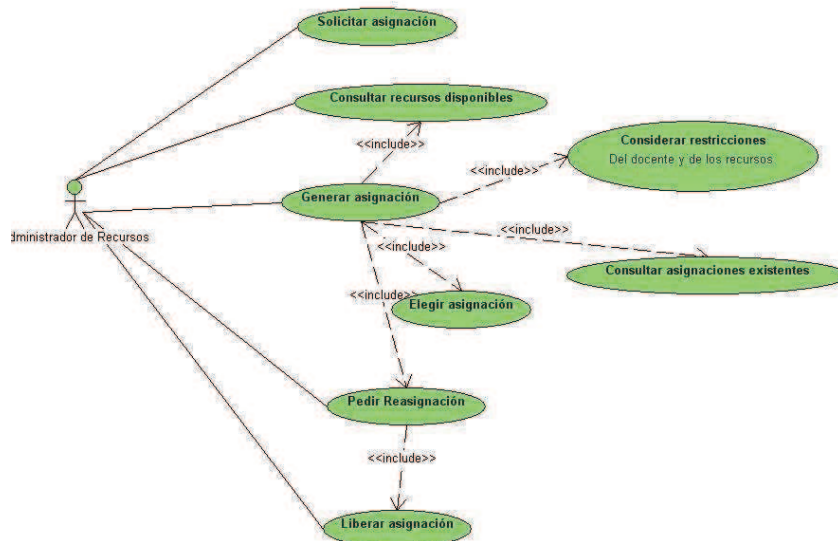


Figura A.11: Diagrama de Casos de Uso

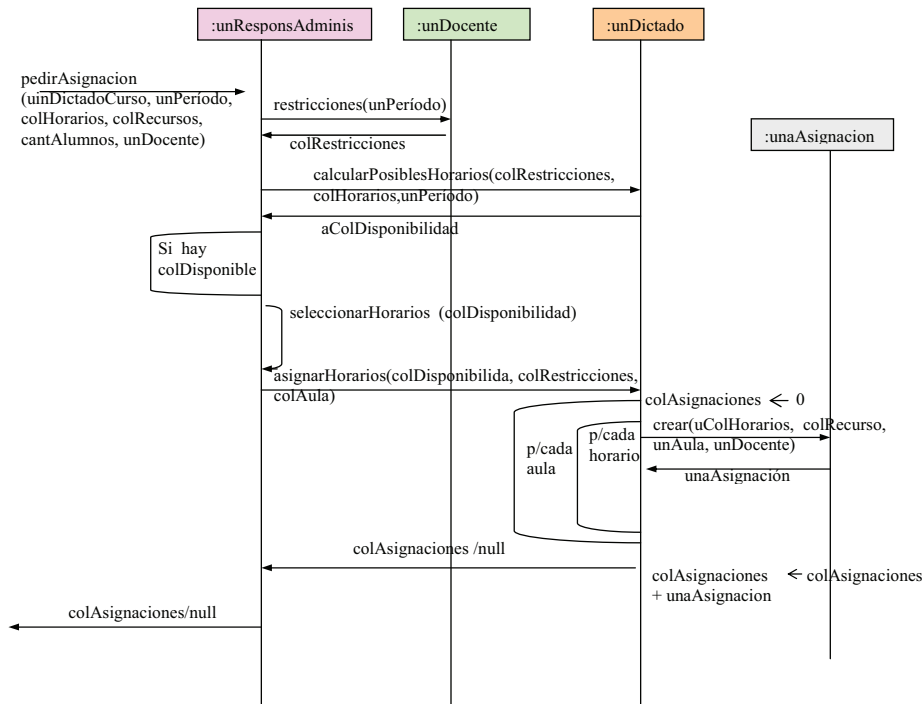


Figura A.12: Diagramas de secuencia - pedido de asignación

A.2.2.2. Grupo B - Especificación no visual

Especificación dada al grupo B. También se compone de varias partes, dentro de las cuales se mencionan las funciones a realizar por el sistema, detalle de las clases que componen el sistema, y las fichas de los casos de uso general. Aquí mencionamos lo mismo que en la Sección A.2.2, pero utilizando para ello una forma textual.

Funciones a ser realizadas por el sistema

- *Administrar asignación de aulas para ASIGNATURAS*
- *Administrar asignación de aulas para CURSOS*
- *Administrar asignación de aulas para EXAMENES*
- *Administrar asignaciones EVENTUALES de aulas*
- *Administrar recursos*
- *Cargar, dar de baja y actualizar asignaturas y carreras*

Nota: Al calcular los posibles horarios si el dictado es de una Asignatura, entonces se verificará la no superposición de horarios con otras asignaturas en el mismo período. En caso que no hubiera disponibilidad y existiera conflicto con Dictados de Clase Temporales, se deberá generar un pedido de Reasignación con los Dictado de Clases en conflicto.

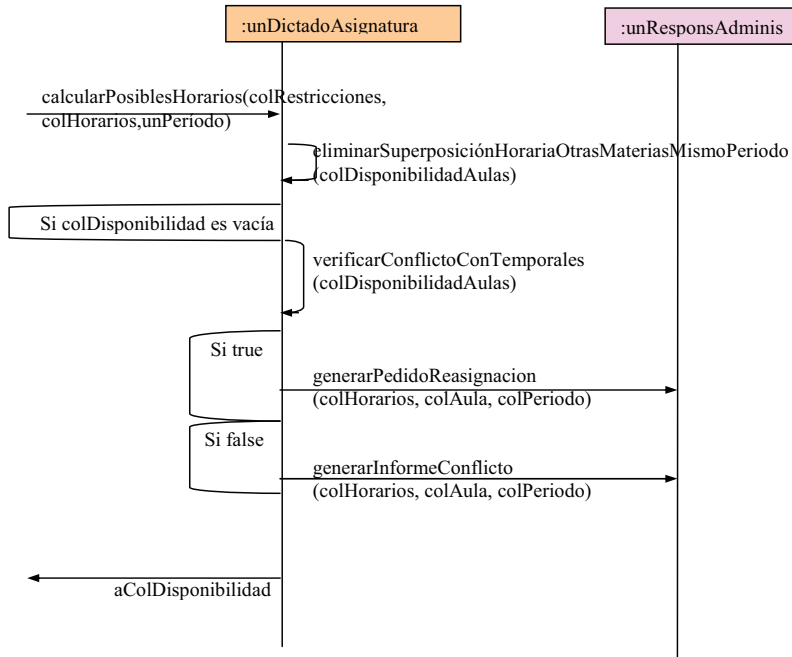


Figura A.13: Diagrama de secuencia - calcular horarios posibles

Nota: En el examen, y siempre que los docentes lo avalen, se puede considerar es un caso especial ya que en los casos en que los docentes estén de acuerdo puede considerarse compartir la/s misma debe verificar con , que tiene un Caso de Uso particular.

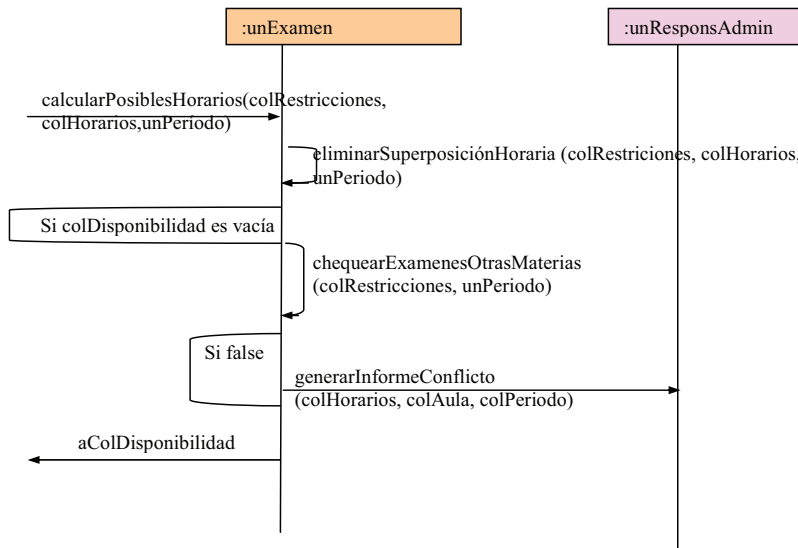


Figura A.14: Diagrama de secuencia - calcular horarios posibles (cont)

Liberar asignación de recursos

Para liberar una asignación de un aula y sus recursos asociados, como los demás recursos asignados a un Curso/Asignatura/Examen/Evento, ya sea a pedido del docente responsable o por caducidad del Dictado de Clase se necesita saber la asignación a liberar y el período en que se va a liberar

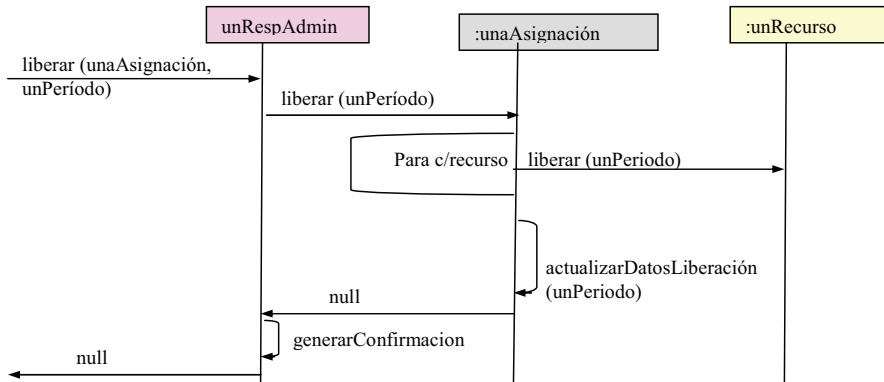


Figura A.15: Diagrama de secuencia - liberar asignación de recursos

Consultar asignación

Al Consultar la asignación de recursos tanto aula como otro tipo de recurso (cañón, proyector, etc) para un Curso/Asignatura/Recursado/Eventual o Examen, se requiere conocer horario del recurso, y la identificación del Dictado de Clase

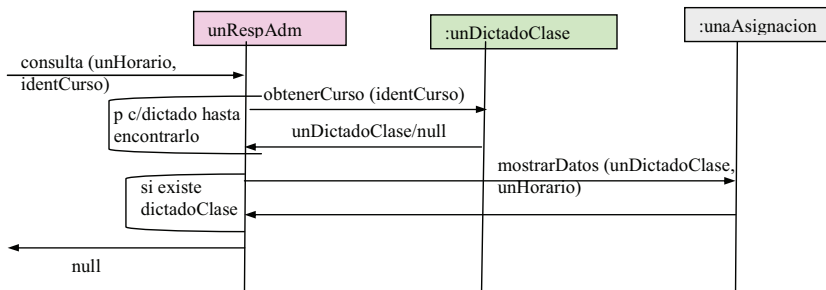


Figura A.16: Diagrama de secuencia - consultar asignación de recursos

Reasignación de Aulas

La reasignación de aula es una liberación de las asignaciones correspondientes al aula en cuestión, en una franja horaria determinada y en un período determinado, siempre y cuando la asignación no corresponda a un cursado en cuyo caso no se puede realizar dicha la reasignación

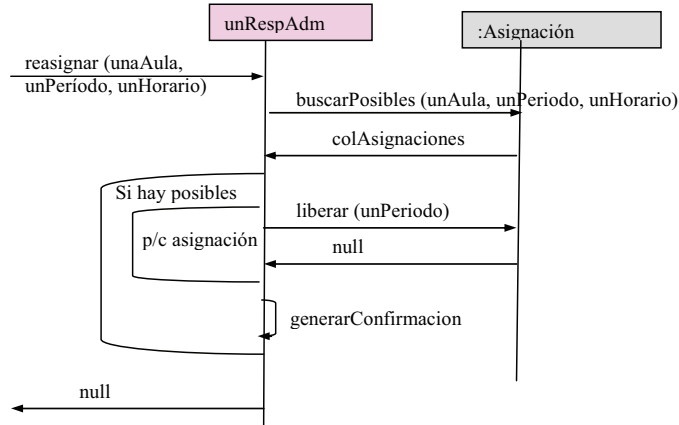


Figura A.17: Diagrama de secuencia - reasignación de aulas

- *Consignar la bajas de asignaciones*
- *Chequear superposición de horarios*
- *Manejo de docentes y restricciones*
- *Manejo de reasignación de recursos*

Clases que forman parte del dominio

- *Recurso* - puede ser un Aula, la que a su vez puede ser un AulaMaquina, o Recurso Material (como cañon, etc)
- *Docente*, - es la persona encargada de una asignatura, un curso o el dictado de una clase eventual
- *Restricción* - horarios en los cuales el docente no puede realizar actividades académicas
- *Aula* - lugar en el cual se dictan clases/cursos, se toman exámenes o se hacen presentaciones
- *AulaDeMaquina* - sala de computación

- *Recurso materiales* - cualquier recurso diferente al aula que pueda ser utilizado dentro de una clase
- *DictadoClase* - es cualquier dictado de clase. Puede ser tanto *ClaseEventual* como *ClasePeriódica*. Puede tener una o varias asignaciones.
- *ClaseEventual* - es la clase que es dictada en un día particular (conferencias, presentación, etc)
- *Examen* - corresponde a *examen curricular* y una *ClaseEventual* especial
- *ClasePeriódica* -puede ser tanto la *ClaseAsignatura* como la *ClaseCurso*
- *ClaseAsignatura* - la clase para una asignatura tanto de un cursado como recursado
- *ClaseCurso* -la clase referente a un curso tipo posgrado u otros
- *Horario* - está determinado por el, momento de comienzo y fin de alguna clase
- *Asignación* - asociación entre el horario, el docente, el aula y los recursos si hubiera

Fichas de los Casos de Uso Se detallan los casos de uso correspondientes a altas, bajas, liberación y consultas de asignaciones de recursos, así también como la reasignación de recursos.

A.2.3. Parte común - Presentación y Priorización de requisitos

Finalizada la especificación tanto la visual como la no visual, se presenta la sección específica de requisitos, la cual es idéntica en ambas especificaciones.

Como el objetivo es la priorización y no la formulación de requisitos se debe considerar para todos los individuos el mismo conjunto de requisitos. Es por ello que en esta sección se detalla un grupo de los posibles requisitos, se los explica brevemente (y en caso que no se entienda, el individuo puede consultar al encargado del experimento (mediante mail) por los requisitos no suficientemente claros para él.

La finalidad de este ejercicio es analizar la manera en que cada individuo prioriza un conjunto común de requisitos.

Caso de Uso # 1: Registrar una asignación de recursos para un Curso. Esto comprende Asignaturas, Recursados, Cursos, y Eventuales. En este contexto Eventual corresponde a Seminario, Jornada, Reunión, etc. que será en general de menor duración que los no eventuales. En este contexto Eventual no es Examen, que tiene un Caso de Uso particular. Se requiere conocer el DNI ó Numero de Legajo del docente responsable del curso, y la información propia del curso, que comprende Identificación (Número ó Nombre y Carrera), Tipo (Asignatura/Recursado/Curso/Eventual), Horarios, Recursos, Cantidad de Alumnos.

Caso de Uso #1	Alta de Asignación de Recursos para Dictado de Clase	
Meta en Contexto	Registrar los datos para una asignación de recursos a un Dictado de Clase (Asignatura/Recursado/Curso/Eventual)	
Precondición	Tener cargado los recursos	
Actores primarios y secundarios	Responsable Administrativo y docente.	
Disparador	Se desea registrar una asignación de recursos para un curso	
DESCRIPCION	Paso	Acción
	1	Se solicita al docente su DNI o Número de Legajo y la información del Dictado de Clase (identificación, tipo, horarios, recursos, cantidad alumnos).
	2	Se comprueba la documentación presentada del docente.
	3	Se ingresa identificación y horarios del Curso.
	4	Se verifica la disponibilidad de aulas y materiales en los horarios ingresados.
	5	Se ingresa información del docente responsable del Dictado de Clase
	6	Se confirma la asignación
Poscondición	El aula y los materiales quedan asignados al nuevo Dictado de Clase	
EXTENSION	Paso	Acción
	2a	Si la documentación aportada no es correcta se cancela la operación y el caso de uso termina.
	3a	Si es Asignatura/Recursado se verifica la no superposición horaria con otras Asignaturas/Recursados del mismo período.
	3b	Si hay superposición horaria se genera informe de conflicto para notificar a los docentes responsables de cada Asignatura/Recursado involucrados. Finaliza el caso de uso.
	4a	Si hay conflicto con asignaciones temporales o menos prioritarias, se solicita Reasignación y dispara el Caso de Uso # 4
	4b	Si el curso no es prioritario y no existe disponibilidad de aulas y/o material se cancela la operación y el caso de uso termina.

Figura A.18: Caso de Uso #1

Caso de Uso #11 : Registrar una asignación de recursos para un Examen. Un examen corresponde a una Asignatura, por lo cual se requiere su identificación (Número ó Nombre y Carrera). Se requiere conocer Horarios, Recursos, Cantidad de Alumnos, el Tipo de evaluación (oral/escrito), y si el aula puede se puede Compartir.

Caso de Uso #11	Alta de Asignación de Recursos para Examen	
Meta en Contexto	Registrar los datos para una asignación de recursos a un Examen	
Precondición	Tener cargado los recursos	
Actores primarios y secundarios	Responsable Administrativo y docente.	
Disparador	Se desea registrar una asignación de recursos para un examen	
DESCRIPCION	Paso	Acción
	1	Se solicita al docente su DNI o Número de Legajo y la información del Examen (Asignatura, horarios, recursos, cantidad alumnos, tipo evaluación, compartido).
	2	Se comprueba la documentación presentada del docente.
	3	Se ingresa identificación y horarios del Examen.
	4	Se verifica la disponibilidad de aulas y materiales en los horarios ingresados.
	5	Se ingresa información del docente responsable del Examen
	6	Se confirma la asignación
Poscondición	El aula y los materiales quedan asignados al Examen.	
EXTENSION	Paso	Acción
	2a	Si la documentación aportada no es correcta se cancela la operación y el caso de uso termina.
	4a	Si Tipo de Evaluación = Oral, y no hay disponibilidad de aula, se solicita Reasignación de Aulas para Examen y se dispara el caso de uso # 14 .
	4b	Si Tipo de Evaluación = Escrita, y no hay disponibilidad de aula, se observan aulas compartibles de tipo evaluación escrita, con cupo suficiente de acuerdo a Cantidad de Alumnos estimado.
	4c	Si Tipo de Evaluación = Escrita, y no hay disponibilidad de aula aislada ni compartible, se solicita Reasignación de Aulas para Examen y se dispara el caso de uso # 14.

Figura A.19: Caso de Uso #11

Caso de Uso # 2: Liberar o dar de baja recursos asignados. Esto comprende liberar la asignación de un aula y sus recursos asociados, como los demás recursos asignados a un Curso/Asignatura/Examen/Evento. En este contexto diferenciamos la liberación de una asignación pedida por el docente responsable de la liberación por caducidad del tiempo de asignación de recursos, que tiene un caso de uso especial. Se requiere conocer el DNI ó Numero de Legajo del docente responsable del Dictado de Clase, la identificación del curso (Número ó Nombre y Carrera), Tipo (Asignatura/Recursado/Curso/Eventual).

Caso de Uso #2	Baja de una asignación de recursos a pedido	
Meta en Contexto	Liberar los recursos de una asignación	
Precondición	Existencia de una asignación de un Dictado de Clase	
Actores primarios y secundarios	Responsable Administrativo y docente	
Disparador	Se desea liberar recursos de una a asignación	
DESCRIPCION	Paso	Acción
	1	Se solicita al docente su DNI o Número de Legajo y la información del Dictado de Clase o del recurso a liberar.
	2	Se comprueba la documentación presentada del docente.
	3	El sistema confirma la liberación de los recursos y el caso de uso termina.
Poscondición	El aula y/o los recursos materiales quedan liberados.	
EXTENSION	Paso	Acción
	2ª	Si la documentación aportada no es correcta se cancela la operación y el caso de uso termina.

Figura A.20: Caso de Uso #2

Caso de Uso # 12: Liberar o dar de baja los recursos asignados. Esto comprende liberar la asignación de un aula y sus recursos asociados, como los demás recursos asignados, por caducidad de asignación de recursos para cursos (Asignatura /Curso o recursado).

Caso de Uso #12	Baja de una asignación de recursos por caducidad	
Meta en Contexto	Liberar los recursos de una asignación	
Precondición	Existencia de una asignación de un Dictado de Clase	
Actores primarios y secundarios	Responsable Administrativo	
Disparador	Caduca el tiempo de la asignación	
DESCRIPCION	Paso	Acción
	1	Se comprueba la posible extensión del tiempo de asignación de los recursos utilizados
	2	El docente aprueba la liberación de la asignación
	3	El sistema confirma la liberación de los recursos y el caso de uso termina.
Poscondición	El aula y los recursos materiales quedan liberados.	
EXTENSION	Paso	Acción
	1a	El docente trae documentación que avala la extensión del tiempo de asignación y el caso de uso termina.
	2b	El docente no se presenta y el Responsable Administrativo libera la asignación y el caso de uso termina.

Figura A.21: Caso de Uso #12

Caso de Uso #3 : Consulta la asignación de recursos tanto aula como otro tipo de recurso (cañón, proyector, etc) para un Curso/Asignatura/Recurso/Eventual o Examen. Se requiere conocer horario del recurso, o información propia del curso, que comprende Identificación.

Caso de Uso #3	Consulta de recursos disponibles	
Meta en Contexto	Definir los recursos disponibles	
Precondición	Existencia de recursos cargados	
Actores primarios y secundarios	Responsable Administrativo y docente	
Disparador	Consulta de recursos	
DESCRIPCION	Paso	Acción
	1	El docente consulta sobre recursos disponibles
	2	El Responsable Administrativo pregunta periodo para verificar disponibilidad
	3	El sistema informa la consulta
Poscondición	Consulta realizada	

Figura A.22: Caso de Uso #3

Caso de Uso #4: La reasignación de aulas para un Asignatura o Recurso debe ser realizada siempre que la solicitud sea válida. Se requiere conocer horario del Dictado de Clase, e información propia del curso que comprende la Identificación.

Caso de Uso #4	Reasignación de aulas	
Meta en Contexto	Reasignación de aulas para asignaciones en conflicto	
Precondición	Existencia de asignaciones temporarias de aulas	
Actores primarios y secundarios	Responsable Administrativo y docente	
Disparador	Pedido de reasignación de aulas	
DESCRIPCION	Paso	Acción
	1	Se solicita al docente su DNI o Número de Legajo, los horarios para reasignación, recursos necesarios, cantidad alumnos).
	2	Se comprueba la necesidad de reasignación de aulas y la documentación presentada por el docente
	3	Se informa de la liberación de los recursos a cada responsable de los recursos a liberar.
	4	Se confirma la liberación de los recursos y el caso de uso termina.
Poscondición	Los recursos en conflicto quedan liberados.	
EXTENSION	Paso	Acción
	2 ^a	Si la documentación aportada no es correcta se cancela la operación y el caso de uso termina.
	2b	Si no es indispensable la se cancela la operación y el caso de uso termina.

Figura A.23: Caso de Uso #4

Caso de Uso #14: La reasignación de aulas para Examen debe ser realizada siempre que haya recursos para asignar ya utilizados y que no sean para Examen.

Caso de Uso #14	Reasignación de aulas par Examen	
Meta en Contexto	Reasignación de aulas en conflicto para Examen	
Precondición	Existencia de asignaciones de aulas	
Actores primarios y secundarios	Responsable Administrativo y docente	
Disparador	Pedido de reasignación de aulas para examen	
DESCRIPCION	Paso	Acción
	1	Se solicita al docente su DNI o Número de Legajo, la información del Examenn (Asignatura, horarios, recursos, cantidad alumnos, tipo evaluación, si puede ser compartido).
	2	Se comprueba la necesidad de reasignación de aulas y la documentación presentada por el docente
	3	Se informa de la liberación de los recursos a cada responsable de los recursos a liberar (que no sean Examen).
	4	Se confirma la liberación de los recursos y el caso de uso termina.
Poscondición	Los recursos en conflicto quedan liberados.	
EXTENSION	Paso	Acción
	2 ^a	Si la documentación aportada no es correcta se cancela la operación y el caso de uso termina.
	2 ^b	Si no existe conflicto de horarios se cancela la operación y el caso de uso termina.

Figura A.24: Caso de Uso #14

La sección de requisitos parte de una breve descripción de los tipos de requisitos. Luego se separan los requisitos de acuerdo a elementos en común y se los detalla.

Termina con la tabla de prioridades, la cual es presentada en esta oportunidad, pero debe completarse por cada persona que realiza el experimento en un cuestionario posterior. Las Figuras A.25, A.26, A.27, y A.28 muestran la parte del formulario correspondiente a los requisitos.

A.2.4. Cuestionario pos priorización de requisitos

Luego de recibir la especificación visual o no visual de acuerdo al grupo de trabajo, los individuos debieron responder el cuestionario posterior al primer sistema a analizar, donde se distinguen varias secciones.

La primera sección corresponde a las características generales del individuo y se especifican las instrucciones para completar el cuestionario.

La segunda parte corresponde al trabajo real que debe realizar el individuo. Aquí es donde cada individuo debe establecer las prioridades para cada requisito mencionado en la especificación anterior (visual o no).

La tercera parte tiene que ver con las percepciones del individuo. Aquí se verifica si el cuestionario fue o no realizado a conciencia.

X – Requisitos

Presentación de Requisitos

A tener en cuenta

Recordemos que el objetivo es el desarrollo del sistema considerando las necesidades del cliente, pero también ajustados a otros criterios, como los recursos disponibles y el tiempo de entrega. La ingeniería del software no solo ha de cumplir con la funcionalidad (requisitos funcionales) sino también con las cualidades suplementarias (requisitos no funcionales) o de lo contrario no cumplirá con su misión: desarrollar el software que se necesita en el momento y condiciones que se tienen disponibles.

Requisitos funcionales (RF)

Cuando hablamos de una característica requerida a ser satisfecha por medio alguna parte de un subsistema, entonces se dice que estamos ante un requisito funcional, por cuanto es un requisito que denota una funcionalidad del sistema.

Requisito Funcional: característica requerida del sistema que expresa una capacidad de acción del mismo – una funcionalidad; generalmente expresada en una declaración en forma verbal.

Requisitos funcionales (RNF)

Llamamos requisito no funcional a todas las exigencias de calidades que se imponen al proyecto. Un requisito no funcional es una característica ya sea del sistema, del proyecto o del servicio de soporte, que nos es requerida junto con la especificación del sistema pero que no se satisface añadiendo código, sino cumpliendo con esta como si de una restricción se tratara.

Requisito no funcional: característica requerida del sistema, del proceso de desarrollo, del servicio prestado o de cualquier otro aspecto del desarrollo, que señala una restricción del mismo.

Figura A.25: Presentación de los tipos de requisitos

Detalle de los requisitos a considerar

Consideramos sólo algunos requisitos, que si bien no son la totalidad, representan diferentes objetivos. A los requisitos funcionales les pondremos el nombre RF... y a los requisitos no funcionales los llamaremos RNF..

Nombre	RF1 – Entrada de datos
Descripción	Ingreso de los datos no existentes aún en sistemas utilizados dentro de la facultad (recursos, restricciones horarias docentes, cursos eventuales, etc).

RF1.1 – Permitir un ingreso de datos (carga) por teclado.

RF1.2 – Permitir la carga de datos a partir de la importación de una base de datos.

RF1.3 – Permitir un ingreso de datos a partir de planillas configuradas.

Nombre	RF2 – Salida de datos
Descripción	Para cada consulta, forma de la salida de la información.

RF2.1 – Mostrar la salida de datos por pantalla

RF2.2 – Mostrar la salida de datos por impresora

RF2.3 – Exportar los datos de salida a documentos y planillas de cálculo

Nombre	RF3 – Manejo de información
Descripción	Alta, baja, modificación, consulta y archivo de datos

RF3.1 – Manejar asignación de Aula para Dictado de Clases periódicas y Eventuales

RF3.2 – Manejar asignación de Aula para Exámenes

RF3.3 – Manejar asignación de Recurso Material

RF3.4 – Manejar asignación de Restricciones de Docente

Nombre	RF4 – Información a brindar
Descripción	Información que se puede consultar

RF4.1 – Consultar asignaturas que no tienen asignaciones de aulas y recursos.

RF4.2 – Consultar aulas asignadas por carrera/periodo cursado.

RF4.3 – Consultar asignaciones para aulas entre fechas.

RF4.4 – Consultar horarios libres entre fechas.

RF4.5 – Consultar horarios de aulas de máquinas asignadas.

RF4.6 – Consultar aulas asignadas para exámenes en un periodo determinado

RF4.7 – Consultar asignaturas con asignaciones en días consecutivos

RF4.8 – Consultar docentes a cargo de cada asignatura con sus restricciones

RF4.9 – Consultar disponibilidad de recursos disponibles para un periodo o entre fechas

RF4.10 – Consultar periodos de cursado

Nombre	RF5 – Archivar información
Descripción	Información a mantener para generación de estadísticas

RF5.1 – Archivar asignaciones para Asignaturas del Periodo anterior

RF5.2 – Archivar asignaciones para Recursados del Periodo anterior

RF5.3 – Archivar asignaciones para Cursos del Periodo anterior

RF5.4 – Archivar asignaciones para Eventuales del Periodo anterior

RF5.5 – Archivar asignaciones para Examen del Periodo anterior

RF5.6 – Archivar asignaciones para Recursos materiales del Periodo anterior

Nombre	RF6 – Verificaciones
Descripción	Chequeos

RF6.1 – Chequear superposición de horarios en materias del mismo cursado

RF6.2 – Chequear superposición de horarios en recursados

Nombre	RF7 – Otras funcionalidades
Descripción	Diferentes funcionalidades

RF7.1 – Crear solicitud de Reasignación de Aulas

Figura A.26: Requisitos a considerar

RF7.2 – Administrar aulas con recursos propios

Nombre	RNF1 – Rendimiento
Descripción	Rendimiento de partes del sistema

RNF1.1 – El 95% de las consultas deben realizarse en menos de 3 segundos.
RNF1.2 – Todos los listados deben ser procesados en el momento.

Nombre	RNF2 – Seguridad
Descripción	Seguridad en acceso y operaciones

RNF2.1- Verificar el acceso a toda persona que ingrese al sistema.
RNF2.2. Proveer un rol de Administrador, que va a tener permiso para realizar cualquier modificación, borrado de datos.
RNF2.3. Proveer un rol usuario, que sólo pueda consultar información y listar pero no realizar modificaciones.
RNF2.4. Permitir que la consulta pueda ser realizada vía WEB.
RNF2.5. Luego de determinado tiempo de no utilización del sistema, pedir un nuevo control de acceso.
RNF2.6 Mantener Registro de ficheros con “logs” de actividad.

Nombre	RNF3 – Comunicación
Descripción	Comunicar las operaciones realizadas o no.

RNF3.1 –Comunicar éxito o no de las operaciones vía mensaje por pantalla.
RNF3.2 – Comunicar las operaciones exitosas vía documentación escrita indicando las operaciones realizadas
RNF3.3 – Comunicar las operaciones exitosas vía email a los docentes responsables de cada actividad en conflicto.

Nombre	RF5 – Confiabilidad
Descripción	Manejo de situaciones anormales (errores)

RNF4.1 –No realizar la operación y reportar el error vía mensaje en la pantalla.
RNF4.2 – No realizar la operación e imprimir el tipo de error, con un mensaje de posibles formas de subsanarlo.
RNF4.3 – No realizar la operación y mostrar una ayuda on-line.
RNF4.4 – No realizar la operación y guardar el error en un archivo de errores.

Figura A.27: Más requisitos a considerar

Y – Tabla de Prioridades

TAREA A REALIZAR: Rellenar los valores de la Tabla de Prioridades.

Nombre	Prioridad
RF1.1	
RF1.2	
RF1.3	
RF2.1	
RF2.2	
RF2.3	
RF3.1	
RF3.2	
RF3.3	
RF3.4	
RF4.1	
RF4.2	
RF4.3	
RF4.4	
RF4.5	
RF4.6	
RF4.7	
RF4.8	
RF4.9	
RF4.10	
RF5.1	
RF5.2	
RF5.3	
RF5.4	
RF5.5	
RF5.6	
RF6.1	
RF6.2	
RF7.1	
RF7.2	

Nombre	Prioridad
RNF1.1	
RNF1.2	
RNF2.1	
RNF2.2	
RNF2.3	
RNF2.4	
RNF2.5	
RNF2.6	
RNF3.1	
RNF3.2	
RNF3.3	
RNF4.1	
RNF4.2	
RNF4.3	
RNF4.4	

Figura A.28: Prioridades a otorgar

En este cuestionario también se contabilizan los tiempos utilizados en cada una de las actividades de esta parte del experimento.

El formulario que estamos detallando es el Formulario de Priorización de requisitos, correspondiente a las Figuras A.29, A.30, A.31, y A.32.

A.3. Tercera etapa

En esta etapa los participantes continúan con la misma división establecida. Nuevamente se brindan dos enunciados, uno por cada grupo, y cada participante tendrá que contestar el “Nuevo Formulario sobre Priorización”, dicho resultado debe ser subido en la tarea de “Tercera y última etapa - Subir resultado del nuevo formulario”.

Al igual que en la etapa anterior los enunciados referidos a los grupos A y B tienen parte en común y parte diferente. Pero a diferencia de la etapa anterior, el grupo A tendrá una especificación no visual, mientras que el grupo B la tendrá visual.

A.3.1. Parte común

Sistema PEDCO nuevas funcionalidades

Objetivo: Mejorar la plataforma PEDCO de educación a distancia agregando funcionalidades.

La plataforma PEDCO (Plataforma de Educación a Distancia del Comahue) fue creada como soporte y asistencia en particular para materias que se dictan a distancia. Si bien este es el objetivo fundamental, lo cierto es que forma parte del intercambio diario de información de cada una de las asignaturas de cada carrera, en las distintas facultades.

Es por ello que en informática se extendió su utilización hasta hacerse casi imprescindible en casi todas las asignaturas como sistema de comunicación entre los distintos roles de usuarios (estudiantes, invitados y profesores).

Por otro lado se tiene el sistema SIU Guaraní de Administración Académica (para inscripciones a finales y cursados, solicitud de certificados e historial académico de los alumnos).

Como toda herramienta se necesita que la plataforma PEDCO sea mejorada agregándole ciertas funcionalidades y que son las siguientes:

Utilización de celulares como medio de comunicación anexo. Se incorporaría la funcionalidad de envío de mensajes ya sea para aviso de notas, novedades, horarios, o por demanda (cualquier otra razón).

Cuestionario de Priorización de Requisitos

Para que los resultados sean válidos Ud. no debe consultar con ningún compañero. Cualquier consulta dirigirse al mail establecido.

Este cuestionario sirve para determinar si el perfil cognitivo afecta en la facilidad, tiempo y resultado de la priorización de requisitos.

Apellido y nombre: ¿????????????????????????????????????????????????????????????????

Enunciado (A o B): ¿???????

Este ejercicio no tiene una forma óptima de resolverse, sólo se estudia la percepción de cada persona respecto a la información brindada, por lo cual se requiere que se realice a conciencia.

Horario de comienzo del cuestionario: ¿???

Lea las siguientes instrucciones y luego ejecute los pasos en el orden establecido:

- ✚ Complete nombre, apellido y el enunciado con el que trabajó.
- ✚ Ingrese horario de comienzo del cuestionario
- ✚ Lea detenidamente el enunciado brindado correspondiente a su grupo.
- ✚ Rellene los valores de la Tabla de Prioridades (punto Y del enunciado) en el (punto II) de este documento
- ✚ Ingrese horario de finalización de la tabla de prioridades.
- ✚ Conteste el cuestionario referido a su percepción del trabajo realizado
- ✚ Suba este archivo a la plataforma.

Si en algún momento necesitó aclarar dudas, por lo cual tuvo que cortar el cuestionario trate de estimar al final la cantidad de minutos reales que le llevó realizar el ejercicio.

I. Requisitos Funcionales y No funcionales

Por cuestiones de costo y tiempo se estipuló realizar los contenidos mínimos para funcionar delegando los restantes detalles en versiones posteriores.

Se muestran un grupo de los requisitos del sistema los cuales deben ser priorizado con un valor numérico 0-10 donde 10 = máxima prioridad y 0 = sin prioridad (no debería ser implementado).

El detalle de los requisitos a considerar está en el documento del enunciado.

Figura A.29: Primera sección del cuestionario

II. Tabla de Prioridades

Realizar: Rellenar los valores de la Tabla de Prioridades existente en el documento del enunciado (Inciso Y)

TAREA A REALIZAR: Rellenar los valores de la Tabla de Prioridades.

Nombre	Prioridad
RF1.1	¿???
RF1.2	¿???
RF1.3	¿???
RF2.1	¿???
RF2.2	¿???
RF2.3	¿???
RF3.1	¿???
RF3.2	¿???
RF3.3	¿???
RF3.4	¿???
RF4.1	¿???
RF4.2	¿???
RF4.3	¿???
RF4.4	¿???
RF4.5	¿???
RF4.6	¿???
RF4.7	¿???
RF4.8	¿???
RF4.9	¿???
RF4.10	¿???
RF5.1	¿???
RF5.2	¿???
RF5.3	¿???
RF5.4	¿???
RF5.5	¿???
RF5.6	¿???
RF6.1	¿???
RF6.2	¿???
RF7.1	¿???
RF7.2	¿???

Nombre	Prioridad
RNF1.1	¿???
RNF1.2	¿???
RNF2.1	¿???
RNF2.2	¿???
RNF2.3	¿???
RNF2.4	¿???
RNF2.5	¿???
RNF2.6	¿???
RNF3.1	¿???
RNF3.2	¿???
RNF3.3	¿???
RNF4.1	¿???
RNF4.2	¿???
RNF4.3	¿???
RNF4.4	¿???

Figura A.30: Segunda sección del cuestionario

Horario de finalización de la priorización de requisitos:

Conteste si lo considera conveniente:

-¿Qué otros requisitos pensó y no fueron mencionados en el trabajo?

Area de texto con caracteres de relleno para la respuesta.

III. Percepciones

1- De acuerdo a la siguiente escala complete:

Ninguna	Poco	Alguna	Bastante	Mucha
0	1	2	3	4

✓ Indique grado de comprensión del enunciado

2- De acuerdo a la siguiente escala complete:

Incómodo	Algo incómodo	Indiferente	Cómodo	Bastante cómodo
0	1	2	3	4

✓ Indique el grado de comodidad que tuvo frente a la especificación presentada,

3- En el caso que no haya sentido realmente cómodo frente a la especificación, especifique qué hubiera necesitado para mayor comodidad

Area de texto con caracteres de relleno para la respuesta.

4- En el caso que hubiera encontrado dificultades al realizar el trabajo, especifique en qué parte tuvo dificultad.

✓ Para entender el enunciado (Si - No)

✓ Enunciado ambiguo (Si - No)

✓ Especificación ambigua (Si - No)

Figura A.31: Percepciones

Se agrega obtener para la cátedra listados del rendimiento académico a lo largo de un cursado. El docente podría consultar listados de alumnos aprobados sobre alumnos inscriptos para su asignatura, alumnos que dejaron el cursado previo a rendir los parciales, alumnos que rindieron mal algún parcial, alumnos que no entregaron algún trabajo obligatorio, etc.

Previo a cada fecha de exámenes, en cada asignatura, se deberá llevar una actualización automática de la fecha de exámenes regulares y libres en cada materia (especificando día, lugar y hora), de manera que el alumno pueda entrar a la asignatura y consultar la fecha, hora y lugar de un examen, así como los horarios de consulta.

También se desea mantener la organización para poder rendir libre, partiendo de la inscripción de un alumno. En ciertas asignaturas sólo se puede rendir libre si previo se realiza una entrega de un trabajo obligatorio, el cual tiene tiempo de entrega y puede estar aprobado o no. En esos casos sólo se permite la inscripción de los alumnos que hayan entregado el trabajo obligatorio. El sistema deberá comunicarse con el sistema SIU Guaraní para permitir o no la inscripción al final del alumno.

Otra necesidad a satisfacer es tener información de los contenidos de una asignatura a lo largo de una cantidad n de años. Lo que significa que se podrá obtener información del programa, contenido y trabajos prácticos de cada asignatura en una cantidad n de años.

Las prácticas podrían ser virtuales. Para aquellos alumnos interesados se desea poder armar una sala virtual, en la cual pueden compartir código, preguntas, una pizarra donde se pueda escribir y dibujar (la pizarra virtual colaborativa es un conjunto de programas o servicios web donde una o varias personas pueden interactuar modificando contenidos que son visualizados en tiempo real por una determinada audiencia).

A.3.2. Especificación visual - Grupo B

Especificación dada al grupo B, ya que en el anterior desarrollo este grupo había trabajado con especificación no visual.

Se compone de un esquema mostrando las las funciones a realizar por el sistema (Figura A.33), el diagrama de clases (Figura A.34), y el diagrama de casos de uso general (Figura A.35).

Asume la existencia de un sistema, por lo cual el trabajo es sobre las nuevas funcionalidades que puede disponer este sistema.

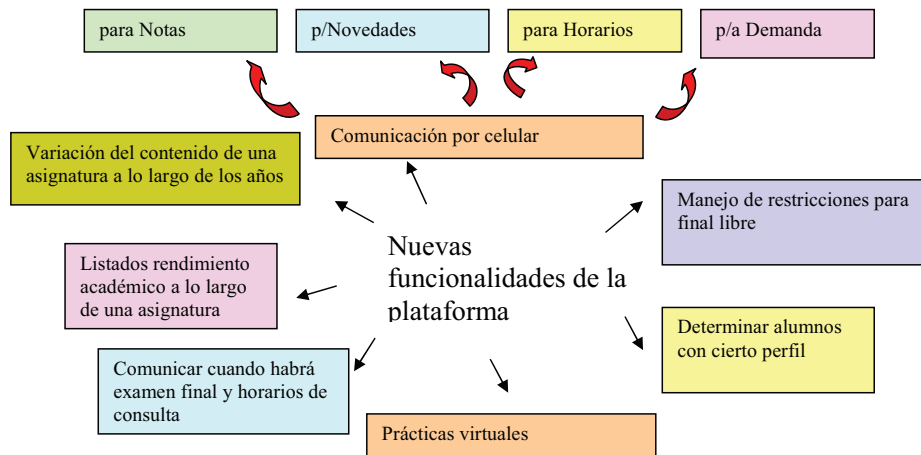


Figura A.33: Funciones a ser realizadas por el sistema Y

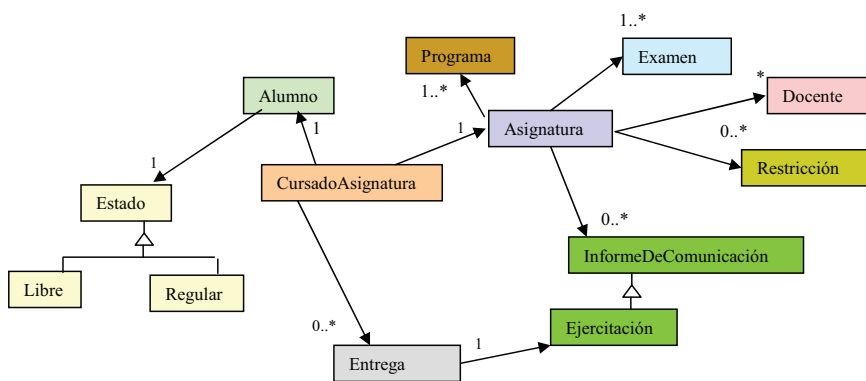


Figura A.34: Diagrama de clase del sistema Y



Figura A.35: Diagrama de casos de uso del sistema Y

A.3.3. Especificación no visual - Grupo A

Especificación dada al grupo A. Se menciona lo mismo que en la especificación visual, se compone de varias partes, dentro de las cuales se mencionan las funciones a realizar por el sistema, las clases que conforman el dominio y las fichas de los casos de uso generales. Aquí damos la misma información que en la especificación visual pero utilizando para ello una forma textual.

Funciones a ser realizadas por el sistema

- *Generar comunicación por celular (tanto para notas como para novedades, dar información de horarios a demanda).*
- *Mantener información de variación del contenido o programa de asignaturas a lo largo de los años.*
- *Manejar restricciones para final libre (trabajos obligatorios).*
- *Determinar alumnos con cierto perfil.*

- *Poder realizar prácticas en forma virtual.*
- *Comunicar lugar, fecha y hora de examen final y horarios de consulta para dicho examen.*
- *Listado de rendimiento académico a lo largo del cursado de una asignatura.*

Clases que forman parte del dominio

- *Asignatura* – se refiere a una asignatura de alguna carrera o a algún curso
- *Docente* - es la persona encargada de una asignatura o un curso
- *Restricción* - algo que deben los alumnos para cursar una asignatura
- *Programa* - puede ser tema, contenido, o programa mínimo de una asignatura.
- *Informe de Comunicación* - es cualquier nota, comunicado que presente la cátedra para los alumnos, dentro de los informes entra la ejercitación (ejercicios para realizar, o trabajos obligatorios)
- *Alumno* - persona anotada o no en una asignatura, puede ser tanto Libre como Regular
- *Cursado de Asignatura* - es todo intercambio (trabajo, informe, mensaje, nota) de un alumno en una determinada asignatura.
- *Entrega* - es el trabajo presentado por el alumno para una ejercitación
- *Examen* - corresponde a examen curricular

Fichas de los Casos de Uso Se detallan los casos de uso “mostrar alumnos con perfil” y “comunicar e informar” que se muestran en las Figuras A.36 y A.37.

Otros posibles casos de uso son:

Manejar restricciones

Caso de uso #3 = Dar de Altas de restricciones,

Caso de uso #4 = Modificar de restricciones,

Caso de uso #5 = Dar de Baja restricciones, y

Caso de Uso # 1: Determinar alumnos con perfil. Esto comprende determinar el perfil (trabajos obligatorios realizados, parciales aprobados, alumnos inscriptos en ciertos cursos) y mostrar los alumnos con esas características.

Caso de Uso #1	Mostrar alumnos con perfil	
Meta en Contexto	Obtener los datos de los alumnos con una determinada lista de requerimientos para una asignatura	
Precondición	Tener cargado los alumnos en la asignatura	
Actores primarios y secundarios	Docente responsable	
Disparador	Se desea conocer los alumnos que cumplen con determinado perfil	
DESCRIPCION	Paso	Acción
	1	Se solicita el perfil necesario de los alumnos
	2	Se ingresa el perfil y asignatura
	3	Se obtiene la información de los alumnos que cumplen los requisitos
Poscondición	Se conocen los alumnos con determinados requisitos.	

Figura A.36: Caso de Uso #1 - sistema Y

Caso de Uso #2: Comunicar información por celular. Corresponde tener cargado los números de celular de un alumno.

Caso de Uso #2	Comunicar o informar	
Meta en Contexto	Comunicar algo a un alumno de una asignatura vía celular	
Precondición	Tener cargado celulares	
Actores primarios y secundarios	Responsable docente.	
Disparador	Se desea comunicar algo a un alumno	
DESCRIPCION	Paso	Acción
	1	Se determina la persona a comunicar.
	2	Se ingresa la comunicación.
	3	Se confirma la comunicación
Poscondición	Se realizó la comunicación	
EXTENSION	Paso	Acción
	2a	Si la persona no tiene celular se cancela la operación y el caso de uso termina.
	3a	Si hubo un error en la comunicación, se determina el error de comunicación, se cancela la operación y el caso de uso termina.

Figura A.37: Caso de Uso #2 - sistema Y

Caso de uso #6 = Consultar restricciones.

Manejar pautas de prácticas virtuales.

Casos de uso Definir, eliminar, modificar y consultar ejercitación práctica y documentación

Manejar exámenes.

Actualizar datos del próximo examen

Listar rendimiento académico respecto de una asignatura.

Determinar información necesaria

Mantener programas de las asignatura.

Almacenar nuevos programas

Nota: En todos los casos el actor primario es el docente encargado.

A.3.4. Parte en común - Priorización de requisitos

Similar al sistema anterior, la sección específica de requisitos, incluida tanto en la especificación visual como en la no visual, se presenta una vez finalizada la especificación con la cual viene trabajando el grupo (A o B).

Esta sección se detalla un grupo de los posibles requisitos, se los explica brevemente. Para cualquier explicación adicional que necesite el individuo que está realizando el experimento se brinda la posibilidad de realizar las consultas necesarias mediante mail.

En esta sección se separan los requisitos de acuerdo a elementos en común, presentando una nueva tabla de prioridades, de acuerdo con lo mostrado en las Figuras A.38 y A.39.

A.3.5. Cuestionario pos priorización de requisitos

Luego de la especificación correspondiente al grupo de trabajo de cada individuo, se les pidió que respondan un cuestionario en el cual se distinguen secciones similares al cuestionario del sistema previo, pero se incorporan preguntas referidas a la comparación

X – Requisitos**Presentación de Requisitos**

Requisito Funcional (RF): característica requerida del sistema que expresa una capacidad de acción del mismo – una funcionalidad; generalmente expresada en una declaración en forma verbal.

Requisito no funcional (RNF): característica requerida del sistema, del proceso de desarrollo, del servicio prestado o de cualquier otro aspecto del desarrollo, que señala una restricción del mismo.

Detalle de los requisitos a considerar

Para hacer más rápido y simple el ejercicio vamos a considerar sólo los requisitos de información a brindar y los requisitos no funcionales con más dudas con respecto a su prioridad.

Nombre	RF1 – Información a consultar
Descripción	La consulta puede ser por pantalla, impresora o archivo binario

RF1.1 – Consultar listados de alumnos inscriptos que hayan realizado determinados trabajos prácticos

RF1.2 – Consultar trabajos prácticos subidos por los alumnos a una fecha determinada

RF1.3 – Consultar para un alumno todos los prácticos aprobados que tuvo

RF1.4 – Consultar todos los alumnos que hayan entregado un trabajo práctico.

RF1.5 – Consultar alumnos que deben entregar un trabajo práctico

RF1.6 – Consultar trabajos pendientes para una alumno

RF1.7 – Consultar trabajos obligatorios a entregar para rendir libre.

RF1.8 – Consultar los alumnos que están en condiciones de rendir libre (trabajos obligatorios entregados)

RF1.9 – Consultar alumnos que recibieron un determinado comunicado o mensaje por celular

RF1.10 – Consultar variación de un tema en el programa de una asignatura lo largo de n años

RF1.11 – Consultar los alumnos que en un momento determinado estén compartiendo una sala virtual.

RF1.12 – Consultar las actualizaciones que realizó un alumno en la pizarra virtual.

RF1.13 – Consultar los alumnos que nunca recibieron mensajes en su celular

RF1.14 – Consultar posibles alumnos para beca (los que promocionan y aprobaron todos los prácticos obligatorios)

Nombre	RNF1 – Rendimiento
Descripción	Rendimiento de partes del sistema

RNF1.1 – El 95% de las consultas deben realizarse en menos de 3 segundos.

RNF1.2 – Todos los listados deben ser procesados en el momento.

Nombre	RNF2 – Seguridad
Descripción	Seguridad en acceso y operaciones

RNF2.1- Verificar el acceso a toda persona que ingrese al sistema.

RNF2.2. Luego de determinado tiempo de no utilización del sistema, pedir un nuevo control de acceso.

Nombre	RNF3 – Comunicación
Descripción	Comunicar las operaciones realizadas.

RNF3.1 – Comunicar vía mensaje por pantalla.

RNF3.2 – Comunicar vía documentación escrita indicando

RNF3.3 – Comunicar vía email a los docentes responsables de cada asignatura.

Figura A.38: Requisitos -sistema Y

Nombre	RF4 – Confiabilidad
Descripción	Manejo de situaciones anormales (errores)

RNF4.1 – Reportar el error vía mensaje en la pantalla.

RNF4.2 – Imprimir el tipo de error, con un mensaje de posibles formas de subsanarlo.

RNF4.3 – Mostrar una ayuda on-line.

RNF4.4 – Guardar el error en un archivo de errores.

Y – Tabla de Prioridades

TAREA A REALIZAR: Rellenar los valores de la tabla de prioridades

Nombre	Prioridad
RF1.1	
RF1.2	
RF1.3	
RF1.4	
RF1.5	
RF1.6	
RF1.7	
RF1.8	
RF1.9	
RF1.10	
RF1.11	
RF1.12	
RF1.13	
RF1.14	

Nombre	Prioridad
RNF1.1	
RNF1.2	
RNF2.1	
RNF2.2	
RNF3.1	
RNF3.2	
RNF3.3	
RNF4.1	
RNF4.2	
RNF4.3	
RNF4.4	

Figura A.39: Requisitos - sistema Y

entre ambos sistemas. Entre de las tareas que el individuo debe realizar, la que toma importancia es la definición de las prioridades en el conjunto de requisitos dado.

El formulario que estamos detallando es el Nuevo Formulario de Priorización de requisitos, compuesto por 4 páginas como se puede visualizar en las Figuras A.40, A.41, A.42 y A.43.

Nuevo Cuestionario para Priorización de Requisitos

Los grupos siguen igual, por lo cual si Ud. contestó el primer formulario como grupo A, sigue estando en el mismo grupo.

Este cuestionario sirve para poder diferenciar las percepciones considerando otro tipo de especificación.

Apellido y nombre: ¿????????????????????????????????????????????????????????????

Enunciado (A o B): ¿??????

Como en el cuestionario anterior se pide que este se realice a conciencia.

Horario de comienzo del cuestionario: ¿???

Lea las siguientes instrucciones y luego ejecute los pasos en el orden establecido:

- ✚ Complete nombre, apellido y el enunciado con el que trabajó.
- ✚ Ingrese horario de comienzo del cuestionario
- ✚ Lea detenidamente el enunciado brindado correspondiente a su grupo.
- ✚ Rellene los valores de la Tabla de Prioridades (punto Y del enunciado) en el (punto II) de este documento
- ✚ Ingrese horario de finalización de la tabla de prioridades.
- ✚ Conteste el cuestionario referido a su percepción del trabajo.
- ✚ **Conteste en forma completa el punto IV** (preguntas referidas a las comparaciones entre esta priorización y la priorización del trabajo anterior)
- ✚ Suba este archivo a la plataforma.

Nuevamente debe responder el cuestionario en forma personal. Cualquier consulta dirigirse al mail establecido.

I. Requisitos Funcionales y No funcionales

Los requisitos que se muestran deben ser priorizados ya que es indispensable determinar las prioridades tanto por costo como por tiempo.

Se muestran un grupo de los requisitos del sistema los cuales deben ser priorizado con un valor numérico 0-10 donde 10 = máxima prioridad y 0 = sin prioridad (no debería ser implementado). El detalle de los requisitos a considerar está en el documento del enunciado.

Figura A.40: Página 1 del nuevo formulario de requisitos

II. Tabla de Prioridades

Realizar: Rellenar los valores de la Tabla de Prioridades existente en el documento del enunciado (Inciso Y)

TAREA A REALIZAR: Rellenar los valores de la Tabla de Prioridades.

Nombre	Prioridad
RF1.1	¿???
RF1.2	¿???
RF1.3	¿???
RF1.4	¿???
RF1.5	¿???
RF1.6	¿???
RF1.7	¿???
RF1.8	¿???
RF1.9	¿???
RF1.10	¿???
RF1.11	¿???
RF1.12	¿???
RF1.13	¿???
RF1.14	¿???

Nombre	Prioridad
RNF1.1	¿???
RNF1.2	¿???
RNF2.1	¿???
RNF2.2	¿???
RNF3.1	¿???
RNF3.2	¿???
RNF3.3	¿???
RNF4.1	¿???
RNF4.2	¿???
RNF4.3	¿???
RNF4.4	¿???

Horario de finalización de la priorización de requisitos: ¿???

Conteste si lo considera conveniente:

-¿Qué otros requisitos pensó y no fueron mencionados en el trabajo?

¿????????????????????????????????????????????????????????????????????????????????????????
 ?????????????????????????????????????????????????????????????????????????????????????????
 ?????????????????????????????????????????????????????????????????????????????????????????

III. Percepciones

1- De acuerdo a la siguiente escala complete:

Ninguna	Poco	Alguna	Bastante	Mucha
0	1	2	3	4

✓ Indique grado de comprensión del enunciado

Figura A.41: Página 2 del nuevo formulario de requisitos

2- De acuerdo a la siguiente escala complete:

Incómodo	Algo incómodo	Indiferente	Cómodo	Bastante cómodo
0	1	2	3	4

✓ Indique el grado de comodidad que tuvo frente a la especificación presentada,

3- En el caso que no haya sentido realmente cómodo frente a la especificación, especifique qué hubiera necesitado para mayor comodidad

4- En el caso que hubiera encontrado dificultades al realizar el trabajo, especifique en qué parte tuvo dificultad.

- ✓ Para entender el enunciado (Si - No)
- ✓ Enunciado ambiguo (Si - No)
- ✓ Especificación ambigua (Si - No)

5- ¿Cómo considera que hubiera comprendido mejor el enunciado?

6- ¿Qué parte comprendió mejor?

7- ¿En qué requisitos tiene dudas, respecto a su prioridad?

8- ¿En qué requisitos no comprendió?

9- ¿Qué dificultades encontró?

10- Si superó las dificultades, cómo lo realizó?

Figura A.42: Página 3 del nuevo formulario de requisitos

IV. Diferencia con el cuestionario anterior

Si bien tanto en esta etapa como en la anterior, realizó dos prácticos con especificaciones diferentes, con enunciados diferentes, este apartado mide la diferencia de percepción de ambas especificaciones.

En las siguientes preguntas debe elegir entre la Segunda Etapa y la Tercera Etapa cual especificación para Ud., cumple con las característica indicadas (elegir 2 o 3), y en los casos que pueda explique la razón.

✓ ¿Cual especificación entendió mejor? (2 o 3) ¿??????

Porqué:

✓ ¿Cual especificación comprendió más rápido? ¿??????

✓ ¿Con cuál especificación siente que necesitó menor esfuerzo? ¿??????

Porqué:

✓ ¿Con cual especificación se sintió más cómodo? ¿??????

Porqué:

✓ ¿Con cual especificación pudo detectar mejor las prioridades? ¿??????

Porqué:

✓ ¿Con cual especificación está más seguro de las prioridades? ¿??????

V. Tiempo total

Conteste

Detalle el tiempo utilizado en:	Horas	Minutos
Entender el enunciado	?	?
Entender la especificación	?	?
Comprender los requisitos	?	?
Priorizar los requisitos	?	?
Contestar todo el cuestionario	?	?

Figura A.43: Página 4 del nuevo formulario de requisitos

Apéndice B

Análisis del experimento

El primer análisis corresponde a los perfiles de los estudiantes adquiridos como puede visualizarse en la Tabla B.1. Es importante destacar el valor extremo 11 no se halló en ninguno de los casos. Particularmente los perfiles *sensitivo, verbal, secuencial y global* no tuvieron valores superiores a 7. En todos los casos se hallaron varios individuos con valores bajos (1, 3).

Para separar los grupos se utilizó un dado, sin importar su perfil cognitivo, luego los primeros tres valores del dado (1, 2, 3) correspondieron al grupo A, los segundos (4, 5, 6) al grupo B, como muestra la Tabla B.2. El individuo que comenzó en un grupo siguió el experimento en el mismo grupo comenzado.

Si bien para la práctica se necesitaba un mínimo conocimiento de técnicas de elicitación, se preguntó por el tipo de experiencia que tenía cada individuo y se le dio un rango. Es importante visualizar en la Tabla B.3 que la experiencia como estudiante fue bastante homogénea en el grupo, así como la experiencia como profesional (salvo un par de casos aislados).

En particular en la Tabla B.4 se comparan las experiencias con respecto a las preferencias (nótese que previo al experimento cualquier individuo estaba confiado en tener una determinada preferencia, que luego del experimento no siempre la mantuvo).

Las Tablas B.1, B.2, B.3, B.4 muestran todos los individuos que comenzaron el experimento a excepción de un individuo que copio los resultados de las preferencias cognitivas de un compañero.

individuo	PERFIL COGNITIVO							
	Activo	Reflexivo	Sensitivo	Intuitivo	Visual	Verbal	Secuencial	Global
p1		1	5		1			3
p2	1			3	3			1
p3	5		5		5		1	
p4		9		1		7		3
p5	1			3		1	1	
p6		5	3		3		1	
p7		9	1		5		1	
p8	5		1		9		3	
p9		1		5	3		5	
p10	3		5		9		1	
p11	1			3	9			7
p12		7	5		7		5	
p13		5	7			3		7
p14	5		1		7		7	
p15		3	7			1	5	
p16		7		9		3	1	
p17	1		3		1			1
p18		1	1		5			7
p19	3			1	3		1	
p20	3			1	5		1	
p21	9		3		1		1	
p22		1		5	3		5	
p23	5			1	5			3
p24		7	5		7		3	

Tabla B.1: Perfiles cognitivos de los individuos

	Dado	Grupo	Visual	Verbal
p1	1	A	3	
p2	3	A	1	
p3	3	A	3	
p4	2	A	5	
p5	6	B		7
p6	6	B		1
p7	4	B	3	
p8	5	B	5	
p9	1	A	9	
p10	6	B	3	
p11	4	B	9	
p12	2	A	9	
p13	6	B	7	
p14	5	B		3
p15	6	B	7	
p16	6	B		1
p17	3	A		3
p18	1	A	1	
p19	2	A	5	
p20	1	A	3	
p21	5	B	5	
p22	6	B	1	
p23	3	A	5	
p24	2	A	7	

Tabla B.2: Perfil visual-verbal y grupos asignados

Experiencia: 5 Mucha - 4 Bastante - 3 Alguna - 2 Poca - 1 Ninguna

individuo	Experiencia		Experiencia en Técnicas de Elicitación				
	Real	Ficticia	Cómo estudiante	Profesional	En gral	Tec.Aisladas	T. Complementadas
p1	3	4	4	3	2	2	2
p2	1	4	4				
p3	1	3	3	1	3	3	2
p4	1	3	5	1	2	1	1
p5	4	3	3	4	4	4	3
p6	1	3	5	1	1	1	1
p7	1	3	4	1	2	2	1
p8	1	4	5	2	1	1	1
p9	1	4	4	1	2	2	1
p10	1	3	4		2	2	
p11	1	3	4	1	2	1	1
p12	2	4	4	2	3	1	3
p13	2	4					
p14	4	5	5	4	2	1	2
p15	2	3	3	2	3	1	2
p16	1	4	4	1	2	2	2
p17	1	4	5	1	2	1	1
p18	3	4	3	1	3	3	2
p19	1	3	2	1	1	1	1
p20	2	4	4	1	2	1	2
p21	1	2	2				
p22	2	4	5	2	3	3	3
p23	1	3	4	1	2	2	1
p24	3	4	3	1	3	3	2

Tabla B.3: Tipo de experiencia de cada individuo en Técnicas de elicitación

		Experiencia: 5:Mucha, 4: Bastante, 3:Alguna, 2:Poca, 1:Ninguna																							
		Preferencia: 5:Muy preferida, 4:Preferida, 3:Indiferente, 2:Inapropiada, 1:No preferida																							
Encuestas		p1	p2	p3	p4	p5	p6	p7	p8	p9	p10	p11	p12	p13	p14	p15	p16	p17	p18	p19	p20	p21	p22	p23	p24
	Exp	2	3	3	2	1	1	1	3	1	1	2	1	1	2	2	2	3	2	3	1	1	2	2	1
	Pref	3	3	1	3	2	4	3	3	1	3	4	3	4	3	5	2	3	3	2	4	4	3	3	
Cuestionarios	Exp	2	3	3	2	1	1	2	3	1	1	2	1	2	3	3	3	3	2	2	1	2	2	1	
	Pref	4	3	4	3	2	3	3	4	1	3	4	1	3	4	4	5	4	4	4	4	3	3	3	
Brainstorming	Exp	1	1	1	2	3	1	1	2	1	1	1	4	2	2	2	1	1	4	1	1	4	3	1	
	Pref	3	4	3	3	4	1	2	3	4	3	4	3	2	3	2	3	4	3	4	4	4	3	1	
Análisis de Document. escrita	Exp	1	3	4	2	4	3	3	3	3	1	3	3	1	4	4	4	4	3	1	3	1	2	4	4
	Pref	3	3	4	4	4	3	5	4	3	4	4	1	4	1	4	4	4	4	4	4	1	4	5	4
Análisis de Gráficos	Exp	1	1	4	2	1	3	3	4	4	3	2	3	3	1	3	3	1	1	1	1	1	3	3	
	Pref	2	4	4	4	3	5	4	4	4	4	4	2	4	3	4	4	3	1	4	4	4	4	4	
Prototipación	Exp	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	2	1	1	1	2	2	3	1	1	1	1	1	1	
	Pref	4	4	3	3	3	3	1	4	3	4	1	4	5	4	3	4	3	4	5	3	5	3	4	
Casos de Uso	Exp	2	2	4	3	4	1	2	2	2	3	2	3	1	2	2	4	2	3	2	2	2	2	3	
	Pref	3	3	4	4	5	3	3	4	4	3	3	4	5	4	4	3	5	4	3	4	5	3	3	
Modelado	Exp	2	4	4	4	4	2	2	3	3	2	4	4	3	2	2	4	2	3	2	2	3	2	3	
	Pref	4	5	4	4	4	5	4	3	4	5	4	4	4	4	4	3	5	4	3	4	4	5	4	
Análisis de Objetivos	Exp	2	2	3	2	4	1	1	2	2	2	2	3	1	2	2	4	2	3	2	2	4	2	3	
	Pref	3	3	4	4	4	4	1	3	4	3	4	3	5	1	4	5	4	4	3	3	4	3	3	
Priorización de Requisitos	Exp	1	1	3	1	3	1	1	2	2	1	1	3	1	1	2	2	4	2	2	1	1	3	1	
	Pref	3	3	4	4	4	4	1	3	3	3	3	3	5	1	4	5	3	3	3	4	4	3	3	

Tabla B.4: Experiencia versus preferencias en Técnicas de elicitación

Personas visuales con SRS visual

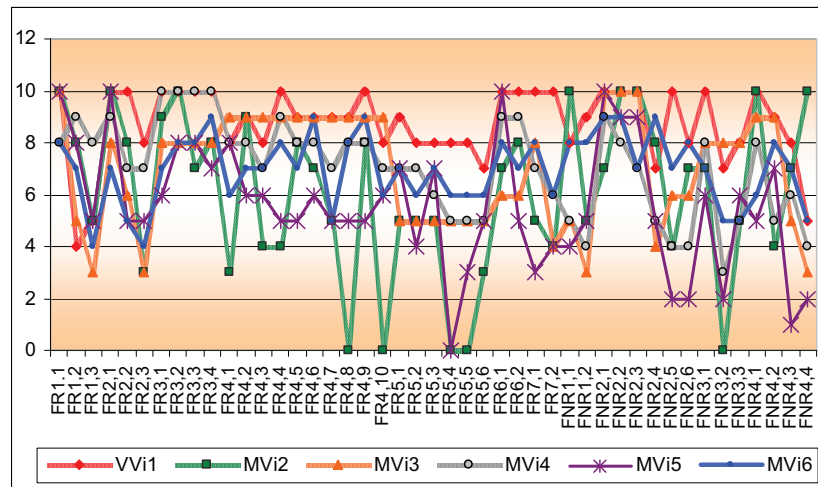


Figura B.1: Prioridades asignadas por individuos visuales en SRS visual

B.1. Análisis del primer sistema

Para un mejor entendimiento se eliminó el nombre de cada individuo asignándose un nombre para su interpretación. Cada individuo está referenciado por una letra V (very), M (moderate), o S (slight) más V_i (visual) o V_e (verbal). De esta manera con nuestra nominación de una persona podemos saber su preferencia visual/verbal más un número. Por ejemplo consideremos el individuo $MVe15$ es un individuo moderadamente verbal.

Primero consideraremos las prioridades asignadas por cada individuo a los requisitos definidos. Veremos por separado los valores asignados por los individuos visuales considerando la especificación visual como se puede ver en la Tabla B.5, individuos visuales correspondientes al grupo A; mientras que los restantes individuos de ese grupo se encuentran en la Tabla B.6. Los valores asignados por los individuos visuales del grupo B se pueden visualizar en la Tabla B.7, mientras que los restantes individuos de ese grupo se observan en la Tabla B.8. Para el análisis sólo se consideraron los individuos que realizaron el experimento en forma completa e individual.

Las tablas mencionadas tienen su equivalente gráfico en las Figuras B.1, B.2, B.3, y B.4.

Analizando los tiempos que les demandó hacer la primera parte del experimento, no pudimos distinguir diferencias substantivas de acuerdo al tipo de perfil. Aquí vemos una

	Grupo	A						
	Individuo	VVi1	MVi2	MVi3	MVi4	MVi5	MVi6	
Requisitos Funcionales	FR1,1	10	10	10	8	10	8	
	FR1,2	4	8	5	9	8	7	
	FR1,3	5	5	3	8	5	4	
	FR2,1	10	10	8	9	10	7	
	FR2,2	10	8	6	7	5	5	
	FR2,3	8	3	3	7	5	4	
	FR3,1	10	9	8	10	6	7	
	FR3,2	10	10	8	10	8	8	
	FR3,3	10	7	8	10	8	8	
	FR3,4	10	8	8	10	7	9	
	FR4,1	8	3	9	8	8	6	
	FR4,2	9	9	9	8	6	7	
	FR4,3	8	4	9	7	6	7	
	FR4,4	10	4	9	9	5	8	
	FR4,5	9	8	9	8	5	7	
	FR4,6	9	7	9	8	6	9	
	FR4,7	9	5	9	7	5	5	
	FR4,8	9	0	9	8	5	8	
	FR4,9	10	8	9	8	5	9	
	FR4,10	8	0	9	7	6	6	
	FR5,1	9	5	5	7	7	7	
	FR5,2	8	5	5	7	4	6	
	FR5,3	8	5	5	6	7	7	
	FR5,4	8	0	5	5	0	6	
	FR5,5	8	0	5	5	3	6	
	FR5,6	7	3	5	5	5	6	
	FR6,1	10	7	6	9	10	8	
	FR6,2	10	8	6	9	5	7	
	FR7,1	10	5	8	7	3	8	
	FR7,2	10	4	4	6	4	6	
	Requisitos no funcionales	FNR1,1	8	10	5	5	4	8
		FNR1,2	9	5	3	4	5	8
FNR2,1		10	7	10	9	10	9	
FNR2,2		10	10	10	8	9	9	
FNR2,3		10	10	10	7	9	7	
FNR2,4		7	8	4	5	5	9	
FNR2,5		10	4	6	4	2	7	
FNR2,6		8	7	6	4	2	8	
FNR3,1		10	7	8	8	6	7	
FNR3,2		7	0	8	3	2	5	
FNR3,3		8	5	8	5	6	5	
FNR4,1		10	10	9	8	5	6	
FNR4,2		9	4	9	5	7	8	
FNR4,3		8	7	5	6	1	7	
FNR4,4		5	10	3	4	2	5	

Tabla B.5: Prioridades asignadas por individuos visuales en SRS visual

	Grupo	A		
	Individuo	MVe15	SVi16	SVi17
Requisitos Funcionales	FR1.1	9	10	10
	FR1.2	6	5	4
	FR1.3	4	0	6
	FR2.1	10	10	10
	FR2.2	8	10	6
	FR2.3	2	5	6
	FR3.1	10	10	10
	FR3.2	10	10	10
	FR3.3	9	10	7
	FR3.4	9	10	7
	FR4.1	8	8	8
	FR4.2	10	8	10
	FR4.3	10	10	10
	FR4.4	9	10	10
	FR4.5	7	10	10
	FR4.6	10	10	6
	FR4.7	8	8	6
	FR4.8	5	10	7
	FR4.9	8	10	10
	FR4.10	7	10	10
	FR5.1	10	5	8
	FR5.2	7	5	8
	FR5.3	10	5	7
	FR5.4	5	5	6
	FR5.5	8	5	8
	FR5.6	7	5	8
	FR6.1	10	10	10
	FR6.2	7	10	10
	FR7.1	5	5	8
	FR7.2	8	10	6
Requisitos no funcionales	FNR1.1	9	5	10
	FNR1.2	9	5	9
	FNR2.1	10	10	7
	FNR2.2	8	10	10
	FNR2.3	9	10	10
	FNR2.4	5	5	4
	FNR2.5	3	5	5
	FNR2.6	3	2	7
	FNR3.1	8	5	10
	FNR3.2	3	0	4
	FNR3.3	4	5	5
	FNR4.1	8	10	10
	FNR4.2	9	0	6
	FNR4.3	4	0	6
	FNR4.4	10	10	9

Tabla B.6: Prioridades asignadas por individuos no visuales en SRS visual

	Grupo	B			
	Individuo	VVi7	MVi8	MVi9	MVi10
Requisitos Funcionales	FR1,1	10	6	2	10
	FR1,2	5	8	10	9
	FR1,3	2	10	10	9
	FR2,1	10	6	6	10
	FR2,2	5	10	4	10
	FR2,3	5	9	9	5
	FR3,1	10	10	10	8
	FR3,2	10	10	10	9
	FR3,3	10	10	10	7
	FR3,4	10	10	10	5
	FR4,1	2	9	9	7
	FR4,2	7	8	9	10
	FR4,3	10	9	8	10
	FR4,4	10	10	8	10
	FR4,5	10	9	2	10
	FR4,6	10	9	4	9
	FR4,7	2	8	9	5
	FR4,8	5	8	5	9
	FR4,9	10	10	6	8
	FR4,10	2	8	1	10
	FR5,1	5	8	3	10
	FR5,2	2	8	3	10
	FR5,3	2	6	2	5
	FR5,4	2	5	4	5
	FR5,5	5	8	4	1
	FR5,6	2	8	3	7
	FR6,1	10	10	8	10
	FR6,2	10	10	6	9
	FR7,1	7	10	9	10
	FR7,2	8	10	8	5
Requisitos no funcionales	FNR1,1	5	7	10	7
	FNR1,2	5	8	10	2
	FNR2,1	10	10	2	4
	FNR2,2	10	10	6	10
	FNR2,3	10	8	6	9
	FNR2,4	5	9	10	1
	FNR2,5	5	7	3	1
	FNR2,6	7	9	4	10
	FNR3,1	10	10	5	10
	FNR3,2	5	8	8	9
	FNR3,3	2	7	9	10
	FNR4,1	10	10	8	10
	FNR4,2	7	6	9	7
	FNR4,3	2	9	8	6
	FNR4,4	5	8	7	9

Tabla B.7: Prioridades asignadas por individuos visuales en SRS no visual

	Grupo	B		
	Individuo	SVe12	SVe13	SVi14
Requisitos Funcionales	FR1,1	1	10	10
	FR1,2	7	7	10
	FR1,3	7	7	4
	FR2,1	1	10	10
	FR2,2	4	6	4
	FR2,3	4	8	8
	FR3,1	1	10	10
	FR3,2	1	10	10
	FR3,3	1	10	8
	FR3,4	1	8	7
	FR4,1	2	8	0
	FR4,2	2	10	10
	FR4,3	2	5	10
	FR4,4	2	8	10
	FR4,5	3	10	10
	FR4,6	3	7	5
	FR4,7	4	8	1
	FR4,8	1	8	7
	FR4,9	4	7	8
	FR4,10	5	10	10
	FR5,1	1	9	7
	FR5,2	1	9	7
	FR5,3	1	8	7
	FR5,4	1	8	7
	FR5,5	1	8	7
	FR5,6	1	6	6
	FR6,1	4	10	10
	FR6,2	4	10	8
FR7,1	5	8	10	
FR7,2	6	10	7	
Requisitos no funcionales	FNR1,1	7	10	8
	FNR1,2	6	10	10
	FNR2,1	3	10	10
	FNR2,2	4	10	10
	FNR2,3	4	10	10
	FNR2,4	5	6	5
	FNR2,5	7	6	10
	FNR2,6	7	8	10
	FNR3,1	8	10	10
	FNR3,2	10	8	8
	FNR3,3	9	5	5
	FNR4,1	4	10	10
	FNR4,2	5	10	0
	FNR4,3	10	3	0
	FNR4,4	10	3	10

Tabla B.8: Prioridades asignadas por individuos no visuales en SRS no visual

Personas no visuales con SRS visual

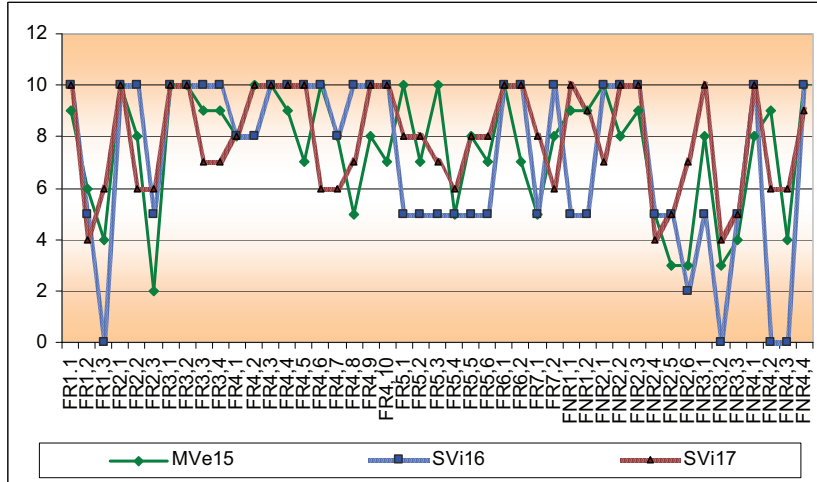


Figura B.2: Prioridades asignadas por individuos no visuales en SRS visual

Personas visuales con SRS no visual

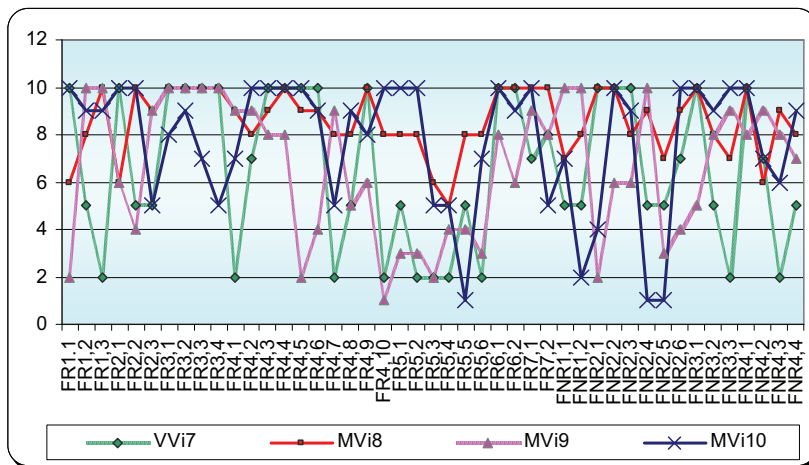


Figura B.3: Prioridades asignadas por individuos visuales en SRS no visual

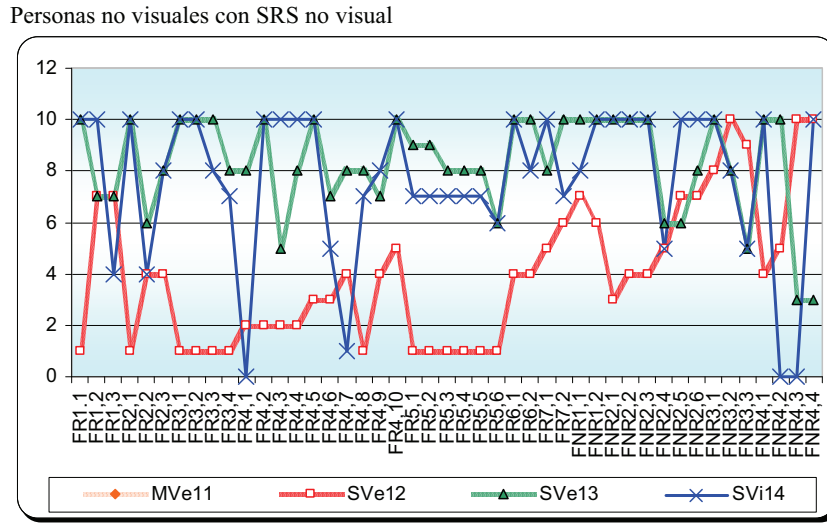


Figura B.4: Prioridades asignadas por individuos no visuales en SRS no visual

tabla detallando los tiempos demandados, para entender la especificación, los requisitos o para determinar el orden de los requisitos.

B.1.1. Comparando prioridades

Luego si comparamos los valores asignados por cada individuo contra los valores ideales vemos una diferenciación entre las personas con preferencias visuales contra las que no. En cada especificación, para un mejor entendimiento separamos los parámetros formales de los no formales. El grupo A en esta parte del desarrollo tenía la especificación visual, Figura B.5 el grupo B la no visual, Figura B.6.

Las Figuras B.7 y B.8 tienen básicamente la misma información que las Figuras B.5 y B.6 pero en base a los requisitos no funcionales.

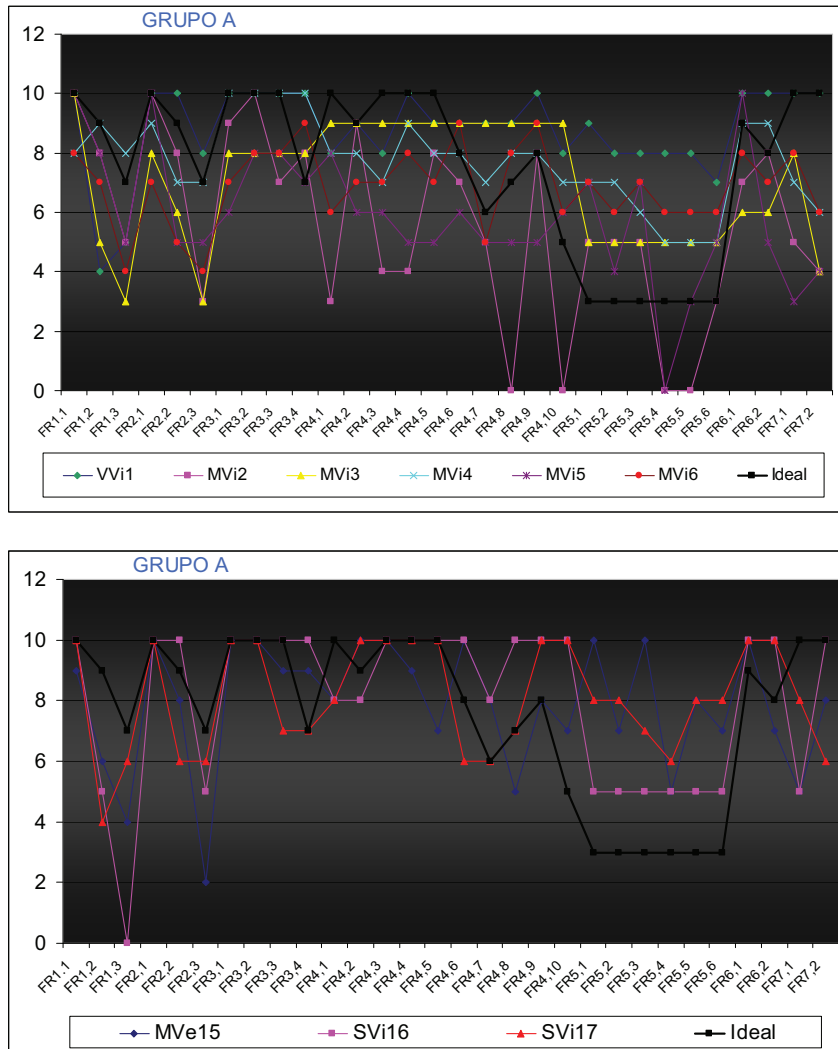


Figura B.5: Prioridades asignadas comparadas con la ideal, SRS visual

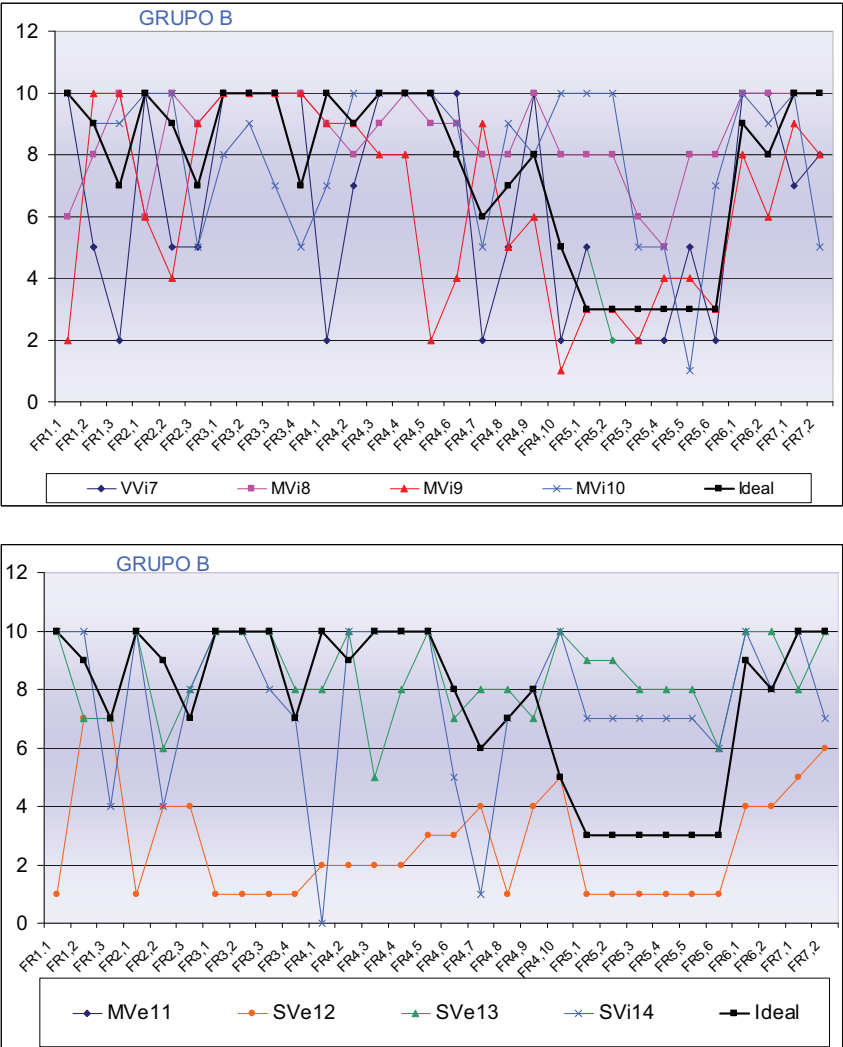


Figura B.6: Prioridades asignadas comparadas con la ideal, SRS no visual

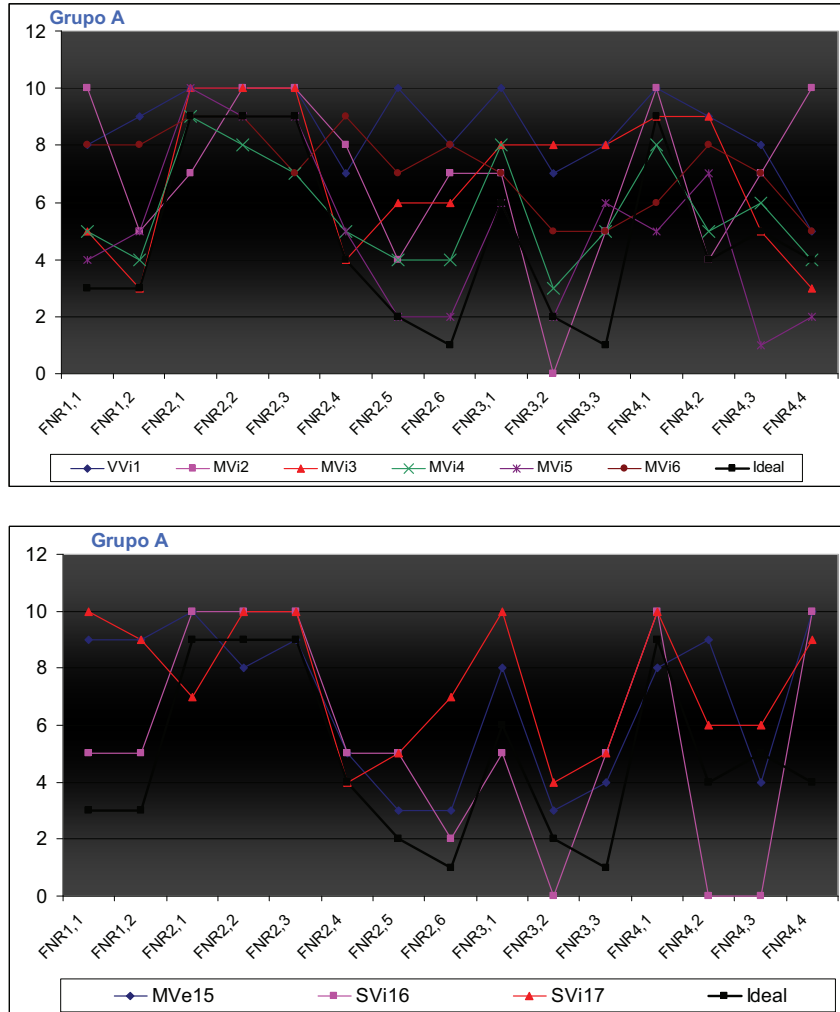


Figura B.7: Prioridades asignadas a RNF comparadas con la ideal, SRS visual

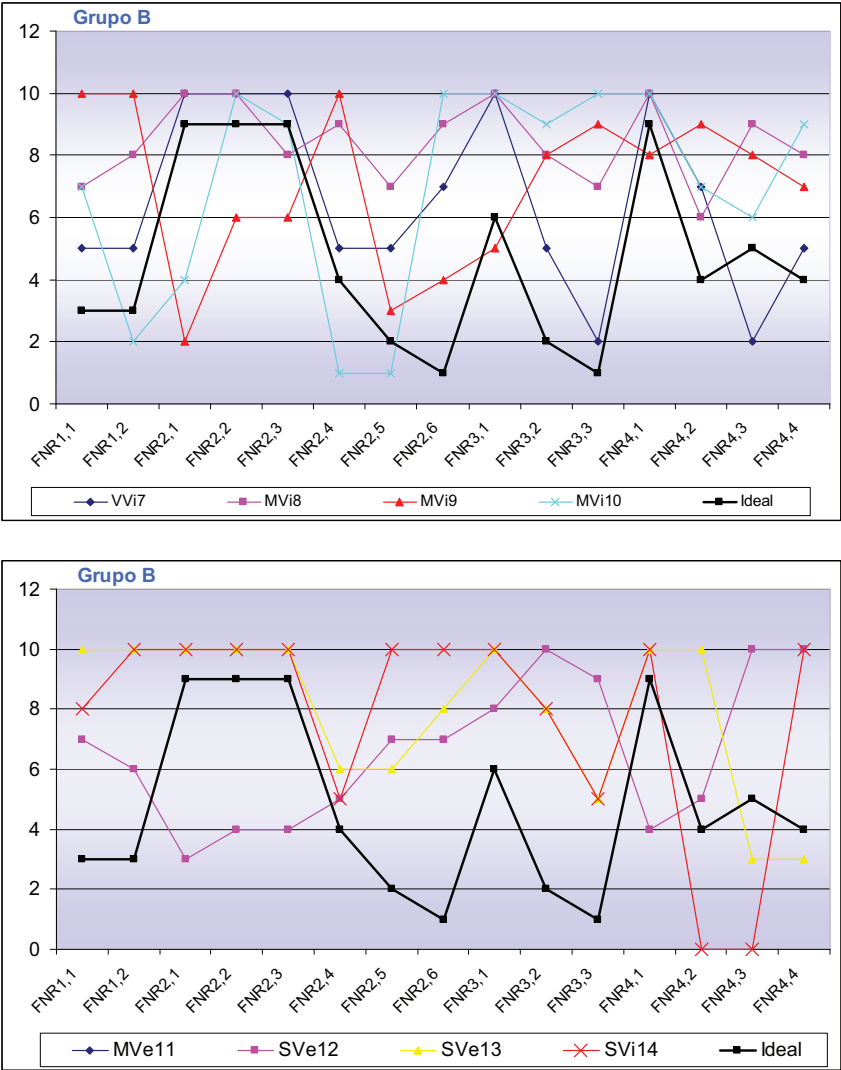


Figura B.8: Prioridades asignadas a RNF comparadas con la ideal, SRS no visual

Apéndice C

Glosario

En este Apéndice se una lista de palabras utilizadas en esta tesis y su significado dentro de esta tesis.

Elicitar: Según [Loucopoulos y Karakostas, 1995] es obtener conocimiento relevante del problema, para producir una especificación rigurosa del software necesario para resolver el problema. Según [Hickey y Davis, 2003b] es descubrir, extraer y aprender necesidades y requerimientos de clientes, usuarios y potenciales stakeholders.

Especificación: Según [Loucopoulos y Karakostas, 1995] es el contrato entre usuarios y desarrolladores de software, que define el comportamiento funcional deseado del desarrollo de software sin mostrar como será alcanzado dicho comportamiento.

Evaluar: Según [Abran et al., 2005] es hacer un juicio de valor sobre una idea o material.

Metodología: Según [Hickey y Davis, 2003b] es un modelo de procesos con técnicas u herramientas que soportan cada uno de los procesos dentro del modelo.

Participantes: En esta tesis, el término *participantes* hace mención a toda persona, relacionada con una organización, que aporte algún conocimiento para el desarrollo o modificación de un proyecto de software.

Réplica: En el contexto de la validación, una réplica consiste a la repetición de un experimento básico [Wohlin et al., 2000].

Stakeholders: Usamos este término como análogo a participantes, es toda persona, relacionada con la organización, con interés en el éxito de dicha organización. Los stakeholders típicos de un proceso de desarrollo de software son los usuarios (quienes serán los operadores del sistema a construir), los clientes (quienes solicitan el desarrollo del sistema), así como los analistas, desarrolladores, expertos en el dominio, gerentes de proyecto, etc. [Abran et al., 2005].

Técnica: Según [Hickey y Davis, 2003b] es una serie documentada de pasos a ser desarrollados en un orden para un objetivo concreto.

Bibliografía

- [Abran et al., 2005] Abran, A., Moore, J. W., Bourque, P., Dupuis, R., y Tripp, L. L. (2005). *Guide to the Software Engineering Body of Knowledge - SWEBOK*. Piscataway, NJ, USA: IEEE Computer Society Press.
- [Ali-Babar et al., 2006] Ali-Babar, M., Kitchenham, B., y Jeffery, R. (2006). Distributed versus face-to-face meetings for architecture evaluation: a controlled experiment. En *2006 ACM/IEEE International Symposium on Empirical Software Engineering (ISESE'06)*, pp. 252–261. Rio de Janeiro, Brazil: ACM Press.
- [Antón et al., 2000] Antón, A. I., Dempster, J. H., y Siege, D. F. (2000). Deriving goals from a use-case based requirements specification for an electronic commerce system. *Requirements Engineering Journal*, 6, pp. 63–73.
- [Anton, 1996] Anton, A. I. (1996). Goal-based requirements analysis. En *ICRE '96: Proceedings of the 2nd International Conference on Requirements Engineering (ICRE '96)*, pp. 136. Washington, DC, USA: IEEE Computer Society.
- [Antonelli y Oliveros, 2001] Antonelli, L. y Oliveros, A. (2001). Traceability en la etapa de elicitación de requerimientos. En *WER*, pp. 1–19.
- [Aranda et al., 2005] Aranda, G., Vizcaíno, A., Cechich, A., y Piattini, M. (2005). A cognitive-based approach to improve distributed requirement elicitation processes. En *4th IEEE International Conference on Cognitive Informatics (ICCI'05)*, pp. 322–330.. Irvine, USA.
- [Aranda et al., 2006] Aranda, G., Vizcaíno, A., Cechich, A., y Piattini, M. (2006). Technology selection to improve global collaboration. En *ICGSE 2006, IEEE International Conference on Global Software Engineering*, pp. 223–230. Florianopolis, Brazil.

- [Bagozzi y Foxall, 1995] Bagozzi, R. y Foxall, G. (1995). Construct validity and generalizability of the kirton adaption-innovation inventory. *European Journal of Personality*, 9, pp. 185–206.
- [Basili et al., 1999] Basili, V., Shull, F., y Lanubile, F. (1999). Building knowledge through families of experiments. *IEEE Transactions on Software Engineering*, 25(4), pp. 435–437.
- [Blank et al., 2003] Blank, G. D., Roy, S., Sahasrabudhe, S., Pottenger, W. M., y Kessler, G. D. (2003). Adapting multimedia for diverse student learning styles. *Journal of Computing in Small Colleges*, 18(3), pp. 45–58.
- [Boehm et al., 2001] Boehm, B., Grünbacher, P., y Briggs, R. O. (2001). Developing groupware for requirements negotiation: Lessons learned. *IEEE Software*, 18(3), pp. 46–55.
- [Bostrom et al., 1988] Bostrom, R., Olfman, L., y Sein, M. (1988). The importance of individual differences in end-user training: The case for learning style. En *1988 ACM SIGCPR Conference*, pp. 133–141. Maryland.
- [Bradley y Hebert, 1997] Bradley, J. H. y Hebert, F. J. (1997). The effect of personality type on team performance. *Journal of Management Development*, 16(5), pp. 337–353.
- [Browne y Ramesh, 2002] Browne, G. J. y Ramesh, V. (2002). Improving information requirements determination: a cognitive perspective. *Information & Management, Elsevier Science*, 39(8), pp. 625–645.
- [Buffinton et al., 2002] Buffinton, K. W., Jablokow, K. W., y Martin, K. A. (2002). Project team dynamics and cognitive style. *Engineering Management Journal*, 14(3), pp. 25–33.
- [Campbell y Stanley, 1966] Campbell, D. y Stanley, J. (1966). *Experimental and Quasi-Experimental Designs for Research*. Rand McNally College Publishing.
- [Capretz, 2002] Capretz, L. F. (2002). Implications of mbti in software engineering education. *SIGCSE Bull.*, 34(4), pp. 134–137.
- [Carrizo-Moreno, 2004] Carrizo-Moreno, D. (2004). Selección de técnicas de educación de requisitos: Una revisión conjunta de la ingeniería de software y la ingeniería

- del conocimiento. En *IV Jornadas Iberoamericanas de Ingeniería del Software e Ingeniería del Conocimiento (JIISIC 2004)*, pp. 159–174. Madrid, Spain.
- [Ceschi et al., 2005] Ceschi, M., Sillitti, A., Succi, G., y Panfilis, S. D. (2005). Project management in plan-based and agile companies. *IEEE Software*, 22(3), pp. 21–27.
- [Chakhar y Mousseau, 2007] Chakhar, S. y Mousseau, V. (2007). Spatial multicriteria decision making. En S. Shekhar y H. Xiong (Eds.), *Encyclopedia of Geographical Information Science*. Springer.
- [Chiew y Wang, 2003] Chiew, V. y Wang, Y. (2003). From cognitive psychology to cognitive informatics. *Cognitive Informatics, IEEE International Conference on*, 0, pp. 114.
- [Christel y Kang, 1992] Christel, M. y Kang, K. (1992). *Issues in Requirements Elicitation*. Technical report, Carnegie Mellon University.
- [Damas et al., 2006] Damas, C., Lambeau, B., y van Lamsweerde, A. (2006). Scenarios, goals, and state machines: a win-win partnership for model synthesis. En *SIGSOFT '06/FSE-14: Proceedings of the 14th ACM SIGSOFT international symposium on Foundations of software engineering*, pp. 197–207. New York, NY, USA: ACM.
- [Dardenne et al., 1993] Dardenne, A., van Lamsweerde, A., y Fickas, S. (1993). Goal-directed requirements acquisition. En *6IWSSD: Selected Papers of the Sixth International Workshop on Software Specification and Design*, pp. 3–50. Amsterdam, The Netherlands, The Netherlands: Elsevier Science Publishers B. V.
- [Davis, 1993] Davis, A. (1993). *Software Requirements: Objects, Functions and States*. Upper Saddle River, New Jersey: Prentice Hall.
- [Davis et al., 2006] Davis, A., Dieste, O., Hickey, A., Juristo, N., y Moreno, A. M. (2006). Effectiveness of requirements elicitation techniques: Empirical results derived from a systematic review. *Requirements Engineering, IEEE International Conference on*, 0, pp. 179–188.
- [Denzin y Lincoln, 2000] Denzin, N. K. y Lincoln, Y. S. (2000). *Handbook of Qualitative Research*. Sage Publications, Inc, 2 edition.
- [Durán-Toro, 2000] Durán-Toro, A. (2000). *Un Entorno Metodológico de Ingeniería de Requisitos para Sistemas de Información (PhD Thesis)*. PhD thesis, Universidad de Sevilla.

- [Durán-Toro y Bernárdez, 2000] Durán-Toro, A. y Bernárdez, B. (2000). *Metodología para la Elicitación de Requisitos de Sistemas Software*. Technical report, Departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos, Universidad de Sevilla.
- [Edwards y Barron, 1994] Edwards, W. y Barron, F. H. (1994). Smarts and smarter: Improved simple methods for multiattribute utility measurement. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 60(3), pp. 306–325.
- [Eicher, 1996] Eicher, J. (1996). Cognitive management. *R&D Innovator*, 5(6).
- [Felder, 1996] Felder, R. (1996). Matters of styles. *ASEE Prism*, 6(4), pp. 18–23.
- [Felder y Silverman, 2002] Felder, R. y Silverman, L. (1988 (and author preface written in 2002)). Learning and teaching styles in engineering education. *Engineering Education*, 78(7), pp. 674–681.
- [Felder y Spurlin, 2005] Felder, R. y Spurlin, J. (2005). Applications, reliability and validity of the index of learning styles. *International Journal of Engineering Education*, 21(1), pp. 103–112.
- [Fernández y Rueda, 1998] Fernández, L. y Rueda, M. J. (1998). Terminología en ingeniería del software. *Novática*, 134, pp. 59–64.
- [García-Hernández, 2006] García-Hernández, F. (2006). Evaluación práctica de la anatomía basada en la teoría de las inteligencias múltiples de Gardner, carrera de odontología de la universidad de Antofagasta, Chile. *International Journal of Morphology*, 24(1), pp. 83–88.
- [Giesen y Völker, 2002] Giesen, J. y Völker, A. (2002). Requirements interdependencies and stakeholders preferences. *Requirements Engineering, IEEE International Conference on*, 0, pp. 206.
- [Goetz y Rupp, 2003] Goetz, R. y Rupp, C. (2003). Psychotherapy for system requirements. *Cognitive Informatics, IEEE International Conference on*, 0, pp. 75.
- [Graf y Bekele, 2006] Graf, S. y Bekele, R. (2006). Forming heterogeneous groups for intelligent collaborative learning systems with ant colony optimization. En *Proceedings of the International Conference on Intelligent Tutoring Systems*, pp. 217–226. LNCS 4053: Springer. Vortrag: International Conference on Intelligent Tutoring Systems, Jhongli, Taiwan; 2006-06-26 – 2006-06-30.

- [Graf y Kinshuk, 2006] Graf, S. y Kinshuk (2006). Considering learning styles in learning management systems: Investigating the behavior of students in an online course. En *Proceedings of the First IEEE International Workshop on Semantic Media Adaptation and Personalization*, pp. 25–30.: IEEE Press. eingeladen; Vortrag: IEEE International Workshop on Semantic Media Adaptation and Personalization (SMAP), Athens, Greece; 2006-12-04 – 2006-12-05.
- [Graf et al., 2006] Graf, S., Viola, S. R., y Leo, T. (2006). Representative characteristics of felder-silverman learning styles: An empirical model.
- [Greco et al., 2007] Greco, S., Mousseau, V., y Slowinski, R. (2007). Robust multiple criteria ranking using a set of additive value functions. En B. Roy, M. Aloulou, y R. Kalai (Eds.), *Robustness in OR-DA* pp. 95–128. Lamsade. Annales du Lamsade no 7.
- [Gruenbacher, 2000] Gruenbacher, P. (2000). Collaborative requirements negotiation with easywinwin. En *DEXA '00: Proceedings of the 11th International Workshop on Database and Expert Systems Applications*, pp. 954–990. Washington, DC, USA: IEEE Computer Society.
- [Herlea y Greenberg, 1998] Herlea, D. y Greenberg, S. (1998). Using a groupware space for distributed requirements engineering. En *7th IEEE Int'l Workshop on Coordinating Distributed Software Development Projects*, pp. 57–62. Stanford, California, USA.
- [Herrmann, 2000] Herrmann, N. (2000). *The Theory Behind the HBDI and Whole Brain Technology*. Technical report.
- [Hickey y Davis, 2003a] Hickey, A. M. y Davis, A. (2003). Elicitation technique selection: How do experts do it? En *International Joint Conference on Requirements Engineering (RE03)*, pp. 169–178. Los Alamitos, California: IEEE Computer Society Press.
- [Hickey y Davis, 2003b] Hickey, A. M. y Davis, A. (2003). Requirements elicitation and elicitation technique selection: A model for two knowledge-intensive software development processes. En *36th Annual Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS)*, pp. 96–105.

- [Hui et al., 2003] Hui, B., Liaskos, S., y Mylopoulos, J. (2003). Requirements analysis for customizable software: A goals-skills-preferences framework. En *11th International Requirements Engineering Conference (RE'03)*, Monterey Bay, USA.
- [In et al., 2001] In, H., Olson, D., y Rodgers, T. (2001). A requirements negotiation model based on multi-criteria analysis. pp. 312.
- [In y Olson, 2001] In, H. P. y Olson, D. (2001). Visualization issues for software requirements negotiation. *Journal of Universal Computer Science*, 25, pp. 10–15.
- [Judd et al., 1991] Judd, C. M., Smith, E. R., y Kidder, L. H. (1991). *Research Methods in Social Relations*. Fort Worth, TX: Holt, Rinehart and Winston, Inc., sixth edition.
- [Jung, 1971] Jung, C. G. (1971). *Psychological Types (Collected Works of C.G. Jung, Volume 6)*. New York, NY, 192: Princeton University Press; 3rd edition (August 1, 1971).
- [Juristo y Moreno, 2001] Juristo, N. y Moreno, A. (2001). *Basics of Software Engineering Experimentation*. Kluwer Academic.
- [Kaiya et al., 2002] Kaiya, H., Horai, H., y Saeki, M. (2002). Agora: Attributed goal-oriented requirements analysis method. *Requirements Engineering, IEEE International Conference on*, 0, pp. 13.
- [Kaiya et al., 2005] Kaiya, H., Shinbara, D., Kawano, J., y Saeki, M. (2005). Improving the detection of requirements discordances among stakeholders. *Requir. Eng.*, 10(4), pp. 289–303.
- [Kamsties et al., 2001] Kamsties, E., Berry, D. M., Paech, B., Kamsties, E., Berry, D. M., y Paech, B. (2001). Detecting ambiguities in requirements documents using inspections. En *in Proceedings of the First Workshop on Inspection in Software Engineering (WISE'01)*, pp. 68–80.
- [Karlsson y Ryan, 1997] Karlsson, J. y Ryan, K. (1997). A cost-value approach for prioritizing requirements. *IEEE Software*, 14(5), pp. 67–74.
- [Kitchenham, 1996] Kitchenham, B. (1996). *DESMET: A method for evaluating Software Engineering methods and tools*. Technical report, Department of Computer Science, University of Keele, Staffordshire.

- [Kitchenham y Pfleeger, 2002] Kitchenham, B. y Pfleeger, S. (2002). Principles of survey research. part 2: Designing a survey. *ACM SIGSOFT. Software Engineering Notes*, 27(1), pp. 18–20.
- [Kolb y Kolb, 2005] Kolb, A. Y. y Kolb, D. A. (2005). *The Kolb Learning Style Inventory - Version 3.1.*. Technical report, Hay Group, Boston.
- [Lamsweerde, 2004] Lamsweerde, A. v. (2004). Goal-oriented requirements engineering: A roundtrip from research to practice. En *RE '04: Proceedings of the Requirements Engineering Conference, 12th IEEE International*, pp. 4–7. Washington, DC, USA: IEEE Computer Society.
- [Letier y van Lamsweerde, 2004] Letier, E. y van Lamsweerde, A. (2004). Reasoning about partial goal satisfaction for requirements and design engineering. *SIGSOFT Softw. Eng. Notes*, 29(6), pp. 53–62.
- [Liamputtong y Ezzy, 2005] Liamputtong, P. y Ezzy, D. (2005). *Qualitative Research Methods*. New York: Oxford University Press.
- [Liou y Chen, 1993] Liou, Y. I. y Chen, M. (1993). Using group support systems and joint application development for requirements specification. *J. Manage. Inf. Syst.*, 10(3), pp. 25–41.
- [Liu et al., 2006] Liu, F., Noguchi, K., Dhungana, A., A., V. V., y Inuganti, P. (2006). A quantitative approach for setting technical targets based on impact analysis in software quality function deployment (sqfd). *Software Quality Control*, 14(2), pp. 113–134.
- [Loucopoulos y Karakostas, 1995] Loucopoulos, P. y Karakostas, V. (1995). *System Requirements Engineering*. New York, NY, USA: McGraw-Hill, Inc.
- [Lutz y Mikulski, 2003] Lutz, R. y Mikulski, I. C. (2003). Resolving requirements discovery in testing and operations. En *11th IEEE International Requirements Engineering Conference (RE'03)*, pp. 33–41. Monterey Bay, California, USA.
- [Macaulay, 1993] Macaulay, L. (1993). Requirements capture as a cooperative activity. En *IEEE International Symposium on Requirements Engineering 1993*, pp. 174–181. San Diego, CA, USA.

- [Maiden y Rugg, 1996] Maiden, N. y Rugg, G. (1996). Acre: selecting methods for requirements acquisition. *Software Engineering Journal*, 11, pp. 183–192.
- [Malan y Bredemeyer, 2001] Malan, R. y Bredemeyer, D. (2001). Defining non-functional requirements.
- [Martín et al., 2003] Martín, A., Martínez, C., Martínez Carod, N., Aranda, G., y Cechich, A. (2003). Classifying groupware tools to improve communication in geographically distributed elicitation. En *IX Congreso Argentino de Ciencias de la Computación, CACIC 2003*, pp. 942–953. La Plata, Argentina.
- [McGrath, 1994] McGrath, J. (1994). Methodology matters: Doing research in the behavioural and social sciences. En R. Baecker y W. A. S. Buxton (Eds.), *Readings in Human-Computer Interaction: An Interdisciplinary Approach* pp. 151–169. San Mateo, CA: Morgan Kaufman Publishers, 2nd. edition.
- [Micciche y Lancaster, 1989] Micciche, P. F. y Lancaster, J. S. (1989). Application of neurolinguistic techniques to knowledge acquisition. *SIGART Bull.*, (108), pp. 28–33.
- [Moallem, 2002] Moallem, M. (2002). The implications of research literature on learning styles for the design and development of a web-based course. En *International Conference on Computers in Education, ICCE 2002*, pp. 71–74. Auckland, New Zealand.
- [Molina, 2006] Molina, J. M. M. (2006). Génesis de la teoría de las inteligencias múltiples. *Revista Iberoamericana de Educación*, 39(1).
- [Nuseibeh y Easterbrook, 2000] Nuseibeh, B. y Easterbrook, S. (2000). Requirements engineering: a roadmap. En *ICSE '00: Proceedings of the Conference on The Future of Software Engineering*, pp. 35–46. New York, NY, USA: ACM.
- [Orzechowski et al., 2005] Orzechowski, M. A., Arentze, T. A. and Borgers, A. W. J., y Timmermans, H. J. P. (2005). Alternate methods of conjoint analysis for estimating housing preference functions: Effects of presentation style. *Journal of Housing and the Built Environment*, 20(4), pp. 346–362.
- [Paasivaara, 2003] Paasivaara, M. (2003). Communication needs, practices and supporting structures in global inter-organizational software development projects.

- En *ICSE Workshop on Global Software Development (GSD 2003)*, pp. 59–63. Portland, Oregon, USA.
- [Perini et al., 2009] Perini, A., Ricca, F., y Susi, A. (2009). Tool-supported requirements prioritization: Comparing the ahp and cbrank methods. *Inf. Softw. Technol.*, 51(6), pp. 1021–1032.
- [Pfleeger y Kitchenham, 2001] Pfleeger, S. y Kitchenham, B. (2001). Principles of survey research. part 1: Turning lemons into lemonade. *ACM SIGSOFT. Software Engineering Notes*, 26(6), pp. pp 16–18.
- [Pita-Fernández y Pértegas-Díaz, 2002] Pita-Fernández, S. y Pértegas-Díaz, S. (2002). Investigación cuantitativa y cualitativa. *Cad Aten Primaria*, 9, pp. 76–78.
- [Ruhe et al., 2002] Ruhe, G., Eberlein, A., y Pfahl, D. (2002). Quantitative winwin: a new method for decision support in requirements negotiation. En *SEKE '02: Proceedings of the 14th international conference on Software engineering and knowledge engineering*, pp. 159–166. New York, NY, USA: ACM.
- [Rupp, 2002] Rupp, C. (2002). Requirements and psychology. *IEEE Software*, 19(3), pp. 16–18.
- [Ryan y Karlsson, 1997] Ryan, K. y Karlsson, J. (1997). Prioritizing software requirements in an industrial setting. En *ICSE '97: Proceedings of the 19th international conference on Software engineering*, pp. 564–565. New York, NY, USA: ACM.
- [Saaty, 2008] Saaty, T. (2008). Decision making with the analytic hierarchy process. *Int. J. Services Sciences*, 1(1), pp. 83–98.
- [Saaty, 1980] Saaty, T. L. (1980). *The Analytic Hierarchy Process, Planning, Priority Setting, Resource Allocation*. New York: McGraw-Hill.
- [Sawyer, 2001] Sawyer, S. (2001). Effects of intra-group conflict on packaged software development team performance. *Information Systems Journal*, 11(2), pp. 155–178.
- [Schwarz y Oyserman, 2001] Schwarz, N. y Oyserman, D. (2001). Asking questions about behavior: Cognition, communication and questionnaire construction. *American Journal of Evaluation*, (22), pp. 127–160.

- [Shaw y Gaines, 1996] Shaw, M. L. G. y Gaines, B. R. (1996). Requirements acquisition. *IEEE Software Engineering*, 11(3), pp. 149–165.
- [Shi y Shi, 2003] Shi, Z. y Shi, J. (2003). Perspectives on cognitive informatics. *Cognitive Informatics, IEEE International Conference on*, 0, pp. 129.
- [Thomas, 2003] Thomas, Pablo y Oliveros, A. (2003). Elicitación de objetivos, un estudio comparativo. En *IX Congreso Argentino de Ciencias de la Computación, CACIC 2003*, pp. 990–1002. La Plata, Argentina.
- [Thomas et al., 2002] Thomas, L., Ratcliffe, M., Woodbury, J., y Jarman, E. (2002). Learning styles and performance in the introductory programming sequence. En *33rd SIGCSE Technical Symposium on Computer Science Education*, pp. 33–37. Cincinnati, Kentucky, USA.
- [van Lamsweerde, 2003] van Lamsweerde, A. (2003). Goal-oriented requirements engineering: From system objectives to uml models to precise software specifications. *Software Engineering, International Conference on*, 0, pp. 744.
- [van Lamsweerde y Letier, 2000] van Lamsweerde, A. y Letier, E. (2000). Handling obstacles in goal-oriented requirements engineering. *IEEE Transactions on Software Engineering*, 26(10), pp. 978–1005.
- [van Solingen y Berghout, 1999] van Solingen, R. y Berghout, E. (1999). *The Goal/Question/Metric Method: A Practical Guide for Quality Improvement of Software Development*. McGraw Hill.
- [Wadsworth, 1998] Wadsworth, Y. (1998). What is participatory action research? *Action Research International*, (Paper 2).
- [Wang, 2002] Wang, Y. (2002). On cognitive informatics. *Cognitive Informatics, IEEE International Conference on*, 0, pp. 34.
- [Wang, 2003] Wang, Y. (2003). Cognitive informatics: A new transdisciplinary research field. *Brain and Mind*, 4(2), pp. 115–128.
- [Wang y Elhag, 2006] Wang, Y.-M. y Elhag, T. M. S. (2006). An approach to avoiding rank reversal in ahp. *Decis. Support Syst.*, 42(3), pp. 1474–1480.

- [Wohlin et al., 2000] Wohlin, C., Runeson, P., Höst, M., Ohlsson, M. C., Regnell, B., y Wesslén, A. (2000). *Experimentation in Software Engineering: An Introduction*. The Kluwer International Series in Software Engineering. Kluwer Academic Publishers.
- [Wu et al., 1998] Wu, C. C., Dale, N. B., y Bethel, L. J. (1998). Conceptual models and cognitive learning styles in teaching recursion. En *Twenty-ninth SIGCSE Technical Symposium on Computer Science Education*, pp. 292 – 296. Atlanta, Georgia, United States.
- [Young, 2002] Young, R. (2002). Recommended requirements gathering practices. *CrossTalk The Journal of Defense Software Engineering*, 0, pp. 34.
- [Yu y Liu, 2001] Yu, E. S. K. y Liu, L. (2001). Modelling trust for system design using the i* strategic actors framework. En *Proceedings of the workshop on Deception, Fraud, and Trust in Agent Societies held during the Autonomous Agents Conference*, pp. 175–194. London, UK: Springer-Verlag.
- [Zelkowitz et al., 2003] Zelkowitz, M. V., Wallace, D., y Binkley, D. (2003.). Experimental validation of new software technology. En N. Juristo y A. Moreno (Eds.), *Lecture Notes on Empirical Software Engineering*, volume 12 of *Series on Software Engineering and Knowledge Engineering* pp. 229–263. World Scientific.