

**UNIVERSIDAD DE LAS CIENCIAS INFORMÁTICAS**

**Facultad 5, Laboratorio de Gestión de Proyectos**

**Facultad 1**



**Método de evaluación de composición de equipos de proyectos de desarrollo de software**

Trabajo final presentado en opción al título de  
Máster en Gestión de Proyectos Informáticos

**Autor: Ing. Damián Cervantes Rodón**

**Tutor: Dr.C. Yeleny Zulueta Véliz**

**La Habana, febrero de 2015**

## **Agradecimientos**

A mi familia por tanta comprensión, apoyo y cariño...

A mis amigos por la ayuda brindada y por soportarme en mis tiempos de estrés...

A los colegas de trabajo por la preocupación constante y la colaboración brindada...

A mi tutora por la exigencia, la persistencia, la crítica oportuna y sus enseñanzas...

Al claustro de la Maestría de Gestión de Proyectos por la superación y exigencia...

A mi Universidad de las Ciencias Informáticas por la formación profesional y humana que me ha dado...

A nuestra Revolución por permitirme cumplir mis sueños...

## **Dedicatoria**

A mis padres...

A la Revolución Cubana...

Al eterno Comandante en Jefe Fidel Castro Ruz...

## **Declaración jurada de autoría**

Declaro por este medio que yo **Damián Cervantes Rodón**, con carné de identidad 83071824664, soy el autor principal del trabajo final de maestría “Método de evaluación de composición de equipos de proyectos de desarrollo de software”, desarrollada como parte de la Maestría en Gestión de Proyectos Informáticos y que autorizo a la Universidad de las Ciencias Informáticas a hacer uso de la misma en su beneficio, así como los derechos patrimoniales con carácter exclusivo.

Y para que así conste, firmo la presente declaración jurada de autoría en La Habana a los 11 días del mes de febrero del año 2015.

---

**Damián Cervantes Rodón**

---

**Dr.C. Yeleny Zulueta Véliz**

## RESUMEN

La evaluación de la composición de los equipos de trabajo de desarrollo de proyectos de software, permite identificar los principales elementos que se deben valorar para mejorar la cohesión de los equipos, y por transitividad su funcionamiento, eficacia y eficiencia. En la actualidad existen varios modelos que contribuyen a obtener esa evaluación. Estos modelos no tienen en cuenta los conocimientos o habilidades técnicas que deben tener los integrantes de los equipos. Tampoco contemplan la incertidumbre que se inserta por el proceso de valoración cualitativa que parte de la percepción humana. Este último elemento puede ser corregido con la utilización de modelos de computación con palabras. El presente trabajo de investigación tiene como principal objetivo definir un método de evaluación de composición de equipos de proyectos de desarrollo de software mediante computación con palabras, que facilite la toma de decisiones relacionada con la cohesión de los equipos. Para ello se hace un estudio de algunas de las principales bibliografías permitiendo identificar los criterios a evaluar, llegando a obtener nueve criterios bases para la evaluación. Se realiza, atendiendo a las condiciones de la investigación, una comparación entre los modelos de computación con palabra y se define la utilización del modelo de representación lingüístico 2-tupla. La propuesta de solución fue aplicada en el Centro de Soluciones Libres de la Universidad de las Ciencias Informáticas donde se identificaron los principales elementos que incidían en la cohesión de sus equipos y se facilitó la toma de decisiones.

Palabras clave: evaluación de equipos de trabajo, gestión de recursos humanos, desarrollo de software, computación con palabras, modelo de representación lingüístico 2-tuplas

### **Abstract**

*The key elements to be assessed for improving the teams cohesion and by transitivity their operation, effectiveness and efficiency, can be identified by assessing the teams composition in software development projects. Nowadays, there are several models for contributing to that assessment, but some do not take into account the knowledge or technical skills required for team members and the incorporated uncertainty as part of the qualitative assessment that comes from the human perception. This last element can be corrected by inserting models of computing with words. This research aims to define a method for assessing teams composition in software development projects using computing with words and facilitating the decision-making related with teams cohesion. A study of some major bibliographies is done to identify the attributes to assess, getting nine assessment criteria. Considering the conditions of the investigation, a comparison between models of computing with words is performed and the use of the linguistic representation model 2-tuple is defined. The proposed solution was applied in the Free Solutions Center of the University of Informatics Sciences where it feasibility on supporting the decision-making process regarding the teams cohesion was validated.*

*Keywords: assessment of teams work, human resources management, software development, computing with words, linguistic representation model 2-tuple*

# ÍNDICE

INTRODUCCIÓN .....	1
1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL DE LA INVESTIGACIÓN .....	8
1.1. Introducción .....	8
1.2. Análisis bibliométrico.....	8
1.3. Equipos de trabajo .....	8
1.4. Composición de equipos de trabajo .....	10
1.5. Evaluación de la composición de equipos de trabajo .....	12
1.5.1. Modelo 16 PF.....	13
1.5.2. Modelo de Belbin .....	13
1.5.3. Modelo de Myers-Briggs .....	14
1.5.4. Modelo Entrada-Procesos-Salidas .....	15
1.5.5. Modelo Entradas-Mediadores-Resultados.....	17
1.6. La toma de decisiones .....	19
1.6.1. Clasificación de los problemas de toma de decisiones.....	20
1.7. Computación con palabras.....	22
1.7.1. Modelos computacionales lingüísticos .....	23
1.8. Conclusiones parciales .....	26
2. MÉTODO DE EVALUACIÓN DE LA COMPOSICIÓN DE EQUIPOS DE DESARROLLO DE SOFTWARE.....	27
2.1 Introducción .....	27
2.2 Método de evaluación de la composición de equipos de proyectos de desarrollo de software..	27
2.3 Definición del marco para la evaluación.....	30
2.4 Recogida de las preferencias de los especialistas .....	33
2.5 Transformación de los criterios de los expertos a 2-tuplas lingüísticas .....	35
2.6 Agregación según modelo computacional 2-tuplas .....	37
2.7 Valoración de los resultados .....	41
2.8 Conclusiones parciales .....	42
3. APLICACIÓN DEL MÉTODO Y ANÁLISIS DE RESULTADOS .....	43
3.1. Introducción .....	43
3.2. Aplicación del método en un entorno real.....	43
3.2.1. Breve caracterización del Centro de Soluciones Libres.....	43

3.2.2.	Síntesis de la aplicación de la propuesta en un primer momento .....	45
3.2.3.	Síntesis de la aplicación de la propuesta en un segundo momento.....	52
3.2.4.	Análisis de los resultados de la aplicación de la propuesta .....	58
3.3.	Comparación con otros métodos de evaluación de equipos.....	59
3.4.	Valoración del impacto económico y social de la propuesta.....	60
3.5.	Conclusiones parciales .....	61
CONCLUSIONES.....		63
RECOMENDACIONES .....		64
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....		65

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Clasificación de roles según Belbin (elaborado a partir de Belbin 2010).....	14
Figura 2: Dimensiones e indicadores de personalidad del modelo de Myers-Briggs (elaborado a partir de Myers et al. 1998).....	15
Figura 3 Modelo Entradas-Procesos-Salidas del desarrollo del trabajo en equipo (elaborado a partir de Gil, Rico y Sánchez-Manzanares 2008). ....	16
Figura 4 Modelo Entradas-Mediadores-Resultados del desarrollo del trabajo en equipo (elaborado a partir de Viles et al. 2011).....	17
Figura 5 Esquema de computación lingüística difusa (tomado de Rodríguez Domínguez 2013). ....	23
Figura 6 Esquema de computación con palabras (tomado de Rodríguez Domínguez 2013). ....	23
Figura 7 Clasificación de los modelos lingüísticos computacionales (elaborado a partir de Rodríguez Domínguez 2013).....	24
Figura 8 Proceso de resolución de un problema de toma de decisiones (elaborado a partir de Zulueta Véliz 2014). ....	28
Figura 9 Estructura del método de evaluación de la composición de equipos de proyectos de desarrollo de software.....	29
Figura 10 Pertenencia de los equipos a las unidades organizativas. ....	30
Figura 11 Definición semántica de la variable lingüística altura usando funciones de pertenencia triangulares (elaborado a partir de Espinilla Estévez 2009). ....	32
Figura 12 Semántica del conjunto de etiquetas de la propuesta de solución. ....	33
Figura 13 Etapas del proceso de agregación multietapa. ....	39
Figura 14 Estructura del Centro de Soluciones Libres. ....	43
Figura 15 Recursos humanos del Centro de Soluciones Libres en agosto de 2014. ....	44
Figura 16 Evaluaciones de la composición de los equipos y unidades organizativas en el primer momento. ....	52
Figura 17 Evaluaciones de la composición de los equipos y unidades organizativas en el segundo momento. ....	57

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de las variables.....	4
Tabla 2 Resumen de bibliografías referenciadas.....	8
Tabla 3 Criterios de evaluación de composición de equipos según autores. ....	12
Tabla 4 Preferencias de los evaluadores.....	35
Tabla 5 Conversión de las preferencias a 2-tuplas lingüísticas.....	37
Tabla 6 Preferencias de los evaluadores en 2-tuplas lingüísticas.....	37
Tabla 7 Valores colectivos de cada criterio para cada equipo. ....	40
Tabla 8 Valores colectivos de cada criterio para la unidad organizativa. ....	40
Tabla 9 Evaluación de la composición de los equipos.....	40
Tabla 10 Evaluación de la composición de la unidad organizativa. ....	41
Tabla 11 Proyectos del Centro de Soluciones Libres. ....	44
Tabla 12 Preferencias de los evaluadores.....	45
Tabla 13 Preferencias transformadas a 2-tuplas. ....	47
Tabla 14 Valores colectivos de los criterios por proyecto. ....	48
Tabla 15 Valores colectivos de los criterios por unidad organizativa. ....	49
Tabla 16 Evaluación de la composición de cada equipo de trabajo.....	49
Tabla 17 Evaluación de la composición de equipos por cada unidad organizativa. ....	49
Tabla 18 Preferencias transformadas a 2-tuplas. ....	52
Tabla 19 Valores colectivos de los criterios por proyecto. ....	54
Tabla 20 Valores colectivos de los criterios por unidades organizativas.....	54
Tabla 21 Evaluación de la composición de cada equipo de trabajo.....	55
Tabla 22 Evaluación de la composición de equipos por cada unidad organizativa. ....	55
Tabla 23 Resultados de evaluación de los criterios por equipos y unidades organizativas.....	58
Tabla 24 Resultados de la evaluación de los equipos y las unidades organizativas.....	59
Tabla 25 Comparación de la propuesta de solución con modelos existentes. ....	59
Tabla 26 Costo estimado de implantación de la propuesta.....	60

# INTRODUCCIÓN

Con el desarrollo alcanzado por la humanidad y la complejidad de las soluciones a los nuevos retos que se plantean, las organizaciones han experimentado profundas transformaciones. Las presiones para una competición global, la necesidad de consolidar modelos de negocio en ambientes dinámicos, inciertos y complejos y la necesidad de innovación, exigen modificar la estructura del trabajo tradicionalmente configurada en torno a los individuos y adoptar diseños organizacionales adaptados a los tiempos modernos y basados en equipos (West *et al.* 2009).

Los equipos de trabajo satisfacen estas necesidades aportando la diversidad en conocimientos, habilidades y experiencias, que permiten dar respuestas rápidas, flexibles e innovadoras a los problemas y retos planteados. De este modo, el éxito de las organizaciones y la producción global de conocimiento depende en gran medida de la eficacia de los equipos. Estos están presentes a lo largo y ancho de la estructura organizacional, constituyendo espacios ideales para generar y compartir conocimiento, promover el rendimiento y mejorar la satisfacción de sus integrantes (Gil *et al.* 2008).

El trabajo en equipo es considerado un punto clave y una ventaja competitiva (Torrelles *et al.* 2011). En la actualidad los equipos de trabajo han generado un cambio en la manera de trabajar, dando lugar a su incremento en las más diversas organizaciones (Miklavcic Sumanski *et al.* 2007).

En esta misma dirección, (Lakhanpal 1993) sugiere que se deben designar los miembros del equipo de desarrollo basándose primero en sus posibilidades para contribuir a formar un equipo unido y luego centrarse en el talento individual. Características como la composición del equipo, el diseño de la tarea, la heterogeneidad de los miembros o el contexto organizacional, influyen en la efectividad de los equipos. Varios autores (André 2009; Shih *et al.* 2010; DeMarco *et al.* 2013) afirman que la mayoría de los proyectos de software fracasan debido a fallos del equipo que los desarrolla, sin embargo, el recurso humano continúa siendo el factor menos descrito en los modelos de procesos y metodologías de desarrollo de software, que están más enfocadas en el aspecto técnico que en el humano.

La composición de un equipo de trabajo está relacionada con el número de integrantes, las habilidades interpersonales, las habilidades para la solución del problema o el logro de la tarea y estos son factores que deben escogerse de acuerdo con las situaciones que se presenten (Franco Gutiérrez 2004).

En la industria de la informática, los equipos de trabajo son constituidos para enfrentar los proyectos de desarrollo de software. Una tarea de primer orden de un líder de proyectos es asegurar que estos equipos de proyectos estén bien integrados y sean eficientes (Pressman 2002; Prieto de Hoyos 2010). Los equipos mal integrados ocasionan proyectos interrumpidos, fuera de presupuesto y de mala calidad. Por otro lado los equipos bien integrados sobreviven a los proyectos para seguir produciendo con eficiencia nuevos proyectos y venciendo nuevos retos (Prieto de Hoyos 2010).

Según (Project Management Institute 2013) el trabajo en equipo es un factor crucial para el éxito de un proyecto de desarrollo de software. Los jefes de proyecto deben crear un ambiente que facilite el trabajo en equipo. Deben motivar constantemente a su equipo mediante desafíos y oportunidades,

suministrándole retroalimentación y respaldo de manera oportuna, según sea necesario, y a través del reconocimiento y la recompensa al buen desempeño. El alto desempeño del equipo puede lograrse mediante una comunicación eficaz y abierta, el desarrollo de la confianza entre sus miembros, la gestión de conflictos de manera constructiva y el fomento de una toma de decisiones y una resolución de problemas en conjunto.

En el desarrollo de software, debido al alto impacto que tienen los recursos humanos, la cohesión del equipo de trabajo está asociada a los niveles de comunicación y coordinación de las tareas a lo interno del equipo de desarrollo. Generalmente una alta cohesión del equipo ayuda a alcanzar buenos resultados en proyectos de desarrollo de software (Silvestre Quiroga 2012).

Al ser encuestadas las personas para emitir criterios sobre el estado de la composición de los equipos de trabajo, los criterios son emitidos por generalidad de forma cualitativa. Estas valoraciones tienen una relación directa con los niveles de conocimientos y de apreciación de los evaluadores. Se introduce así cierto nivel de incertidumbre en el proceso de evaluación, pues no son valoraciones que puedan ser tomadas con el grado de exactitud que permite la evaluación cuantitativa. Cuando en el procesamiento de los criterios o preferencias de los evaluadores no se tiene en cuenta este nivel de incertidumbre, ni se utilizan los métodos adecuados para el procesamiento de los datos, se produce pérdida de información que incide en la exactitud del resultado. Se ve así perjudicado el proceso de toma de decisiones.

La evaluación de la composición de equipos de trabajo ha sido estudiada con anterioridad por los métodos de Belbin (Belbin 2000, 2004, 2010), Myers-Briggs (Myers *et al.* 1998), 16 PF (Cattell 1973), Entradas-Procesos-Salidas (McGrath 1964) y Entrada-Mediadores-Resultados (Ilgen *et al.* 2005; Mathieu *et al.* 2008). Estos modelos se basan en las valoraciones emitidas por diferentes evaluadores o expertos acerca de criterios en su mayoría cualitativos. Sin embargo, no tienen en cuenta en su implementación la incertidumbre y ambigüedad que vienen implícitas en un proceso de emisión de valoraciones a partir de la propia percepción humana.

Cabe señalar además, que los métodos de Belbin, Myers-Briggs y 16 PF solo tienen en cuenta los elementos asociados a los modos de actuación y preferencias temperamentales, haciendo a un lado los elementos técnicos que han de valorarse en los equipos de desarrollo de software. Están enfocados en los individuos y no el equipo como un todo, por lo que perciben el equipo como la sumatoria de individuos.

En la Universidad de las Ciencias Informáticas se desarrolló el trabajo de investigación titulado “Modelo para la evaluación de la composición de Equipo de Proyectos Informáticos” (Rodríguez Stiven 2012). Esta investigación propone un modelo que valora los elementos técnicos y los rasgos de personalidad de los miembros del equipo. Sin embargo, no tiene en cuenta el manejo de la incertidumbre existente en la valoración cualitativa de sus criterios, así como en su procesamiento existe pérdida de información como resultado del método que se utiliza.

La demora en la toma de decisiones y la medida en que estas son más o menos acertadas, por problemas en la composición de los equipos de trabajo, tiene repercusión en los costos del proceso de desarrollo, las condiciones de trabajo, generalmente repercuten en problemas de interacción entre los miembros del equipo y aumentan los riesgos en la obtención de los resultados. Un equipo puede presentar diversas situaciones internas que necesitan ser identificadas con la mayor exactitud posible. De una correcta identificación de estos elementos dependerán las acciones que la dirección del equipo o de la estructura organizativa puedan tomar y de la pertinencia de las mismas. Téngase en cuenta que según (Project Management Institute 2013) una mayor cohesión del equipo, donde los miembros comparten abiertamente información y experiencia, tributa a mejorar el desempeño general del proyecto.

Un equipo de desarrollo de software puede no poseer las competencias técnicas necesarias para acometer un proyecto de desarrollo, aportando sistemas con errores, problemas de integración y de interoperabilidad. Puede no tener la suficiente capacidad para comprender la magnitud del problema, incluso carecer de las habilidades necesarias para completar los objetivos de trabajo establecidos, presentando baja productividad, incumpliendo con los plazos acordados, con la calidad requerida y con los presupuestos fijados. Los problemas en las relaciones personales y la comunicación a lo interno del equipo y de este con el resto de la estructura organizativa, pueden estar limitando el cumplimiento eficiente de las tareas, la gestión del conocimiento y obstaculizando la gestión de conflictos.

Otro elemento que necesita ser precisado en un equipo de desarrollo de software es el modo de actuación o cultura organizacional. Este influye en un correcto ambiente de trabajo que motive la creatividad y propicie el compartir colectivamente las responsabilidades, las tareas y los objetivos del proyecto. La inestabilidad del equipo también puede estar afectando el cumplimiento de las metas. Todos estos criterios asociados a la composición del equipo de trabajo de desarrollo de software necesitan ser evaluados con la mayor rigurosidad y valorados a fondo.

Teniendo en cuenta los elementos anteriores se plantea como **problema de la investigación**: las insuficiencias en la evaluación de la composición de los equipos de trabajo para el desarrollo de software, dificultan la toma de decisiones relacionada con la cohesión de los equipos.

El **objeto de estudio** de la investigación es la evaluación de la composición de equipos de trabajo.

Se persigue como **objetivo general** definir un método de evaluación de composición de equipos de proyectos de desarrollo de software basado en computación con palabras, que facilite la toma de decisiones relacionada con la cohesión de los equipos.

Se derivan entonces los siguientes **objetivos específicos**:

1. Identificar los principales elementos teóricos de la investigación para la caracterización de los métodos de evaluación de composición de equipos de trabajo.
2. Elaborar un método de evaluación de composición de equipos de proyectos de desarrollo de software mediante computación con palabras.

3. Validar el método que se propone mediante su aplicación en un entorno real y el análisis de sus resultados.

Se enmarca la investigación en el **campo de acción** de la aplicación de técnicas de computación con palabras para la evaluación de la composición de equipos de proyectos de desarrollo de software. Se define una **investigación de tipo correlacional**, en la cual no solo se especifican las características más significativas del proceso de evaluación de la composición de equipos de trabajo, sino que también estudia el comportamiento de la composición de los equipos y su cohesión en función de otras variables.

Está guiada la investigación por la **hipótesis** de que con la definición y/o aplicación de un método de evaluación de la composición de equipos de proyectos de desarrollo de software mediante computación con palabras se facilitará la toma de decisiones relacionada con la cohesión de los equipos. La variable independiente es el método de evaluación de la composición de equipos de trabajo de desarrollo de software mediante computación con palabras. La variable dependiente es la toma de decisiones relacionada con la cohesión de los equipos. Estas variables son operacionalizadas a continuación.

*Tabla 1 Operacionalización de las variables.*

<b>Variables</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Unidad de Medida</b>
<b>Método de evaluación de la composición de equipos de trabajo de desarrollo de software mediante computación con palabras</b>	Calidad de la propuesta	Rasgos de la personalidad (Valora los elementos de los rasgos de la personalidad y los modos de actuación)	Si/No
		Elementos técnicos (Incluye analizar la incidencia de elementos técnicos necesarios en el desarrollo de software)	Si/No
		Equipo como un todo (Valora el equipo como una entidad viva y no como la sumatoria de las individualidades, analizando además la relación con otros equipos)	Si/No
		Manejo de la incertidumbre (Tiene en cuenta la imprecisión existente en las valoraciones cualitativas que emiten los evaluadores de formación y	Si/No

Variables	Dimensiones	Indicadores	Unidad de Medida
		conocimientos heterogéneos )	
		Prevé la pérdida de información (En el procesamiento de las preferencias de los evaluadores de origen cualitativo se evita la pérdida de información)	Si/No
<b>Toma de decisiones relacionada con la cohesión de los equipos</b>	Capacidad de comprensión de la evaluación realizada	Utilización de lenguaje natural	Si/No
		Precisión de la información	Alta Media Baja
		Identificación de insuficiencias	Si/No

Para el desarrollo del trabajo se utilizaron varios **métodos de investigación**. De los métodos teóricos se utilizaron el método sistémico, el hipotético-deductivo, la modelación y el histórico-lógico de dentro de los métodos teóricos y la encuesta, la observación y el experimento en los métodos empíricos.

El método sistémico permitió estudiar el proceso de evaluación de los equipos de desarrollo de software mediante la determinación de sus principales componentes, así como la relación entre ellos. El histórico-lógico facilitó analizar la trayectoria y desarrollo de la evaluación de la composición de los equipos de trabajo en los proyectos de desarrollo de software. El método hipotético-deductivo permitió plantear objetivos específicos y una hipótesis a partir del problema, que en el transcurso de la investigación fueron resueltos. El de modelación permitió representar la propuesta de solución y otros conceptos a través de esquemas de fácil comprensión.

La encuesta proveyó información sobre los criterios que tiene el personal involucrado respecto al fenómeno que se investiga y la observación permite realizar una percepción planificada y dirigida del fenómeno estudiado. El método experimental permitió demostrar el vínculo entre los fenómenos objeto de investigación.

La **población** está constituida por los ocho proyectos pertenecientes al Centro de Soluciones Libre adscrito a la Facultad 1 de la Universidad de las Ciencias Informáticas. La **muestra** la componen cinco proyectos de dentro de la población, seleccionados a partir de una muestra no probabilística, que representa un 62,5% de la población.

Para el **diseño de los experimentos** se siguen dos estrategias. La primera es de comparación con otros modelos y con este objetivo se establece la comparación con los principales modelos existentes de evaluación de los equipos de trabajo. La segunda estrategia es de comparación centrada en estudio

de casos, en el escenario real del Centro de Soluciones Libre. Se realiza un preexperimento de pre y post prueba con un solo grupo, comparando los proyectos tomados del estudio de casos de la investigación y después de la investigación. También se efectúa un análisis del impacto económico y social de la propuesta de solución. Se utiliza como instrumento fundamental en la investigación la encuesta.

La presente investigación tiene como novedad la aplicación de modelos de computación con palabras en un método de evaluación de los equipos de desarrollo de software. Tiene como aporte práctico las mejoras en la cohesión y efectividad de los equipos de trabajo, que repercuten en mejores resultados, disminución del tiempo de desarrollo y mayor satisfacción de los clientes.

Participación en eventos y publicaciones del autor:

1. Ing. Cervantes Rodón, Damián. (2010) La dirección integrada de proyectos en el Centro de Informatización Universitaria. Décima Semana Tecnológica de FORDES, Desarrollo Organizacional: su influencia en el proceso de perfeccionamiento de las organizaciones. La Habana, Cuba. ISSN: 2076-9792.
2. Ing. Cervantes Rodón, Damián. (2010) Propuesta de entorno de integración continua en el Centro de Informatización Universitaria. Décima Semana Tecnológica de FORDES, La gestión de la calidad en el desarrollo de productos y servicios como una necesidad para el progreso. La Habana, Cuba. ISSN: 2076-9792.
3. Ing. Cervantes Rodón, Damián. (2010) Gestión del conocimiento y la información en la Facultad 1 de la Universidad de las Ciencias Informáticas. Segundo Taller Cubano Eureka 2010. La Habana, Cuba.
4. Torres Barón, Orlando; Ing. Cervantes Rodón, Damián; Ing. Pérez Moya, Osiris. (2011) Análisis del seguimiento y control en la gestión de proyectos de desarrollo de software. Primer Congreso de Universidad Digital. La Habana, Cuba.
5. Ing. Cervantes Rodón, Damián; Ing. Álvarez Gonzalez Yeneidys. (2011) La dirección integrada de proyectos en el Centro de Informatización Universitaria. Convención y Feria Internacional Informática 2011. La Habana, Cuba.
6. Ing. Cervantes Rodón, Damián (2011) Integración continua en el Centro de Informatización Universitaria. Convención y Feria Internacional Informática 2011. La Habana, Cuba.
7. Martínez Romero, Anisley; Companioni Sosa, Reinaldo Jesús; Ing. Cervantes Rodón, Damián. (2012) Sistema de control de acceso para los comedores de la Universidad de las Ciencias Informáticas. Segundo Congreso de Universidad Digital. La Habana, Cuba. ISBN: 978-959-286-020-9.
8. Ing. Cervantes Rodón, Damián; Dr.C. Zulueta Véliz, Yeleny. (2014) La evaluación de la composición de equipos de desarrollo de software libre y los modelos de computación por palabras. V Taller software libre, presente y futuro, UNAICC, Villa Clara, Cuba. ISBN: 978-959-250-999-3.

El documento está estructurado en introducción, tres capítulos, conclusiones, recomendaciones y bibliografía.

En el primer capítulo se realiza un estudio de los principales elementos teóricos sobre la evaluación de la composición de equipos de trabajo. Son identificados los aspectos fundamentales que, según las fuentes bibliográficas consultadas, permiten evaluar la composición de los equipos de desarrollo de software. Se aborda además sobre la toma de decisiones y la computación con palabras, definiendo el modelo de representación lingüística a utilizar en la propuesta de solución.

En el segundo capítulo se detalla el método propuesto para la evaluación de la composición de equipos de trabajo de desarrollo de software aplicando modelos de la computación con palabras. Se especifican los elementos que deben seguirse para su correcta aplicación, puntualizando las particularidades para cada etapa del proceso.

En el tercer capítulo se valida el método propuesto tras su experimentación en un contexto real de desarrollo de software. Se resume la comparación con los principales modelos existentes de evaluación de los equipos de trabajo. Se realiza una valoración del impacto económico y social de la propuesta.

# 1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL DE LA INVESTIGACIÓN

## 1.1. Introducción

En el presente capítulo se estudian los elementos teóricos fundamentales asociados a la investigación mediante la consulta de diversa literatura especializada. Se describen los principales conceptos de equipo de trabajo, su composición y evaluación. Son caracterizados los modelos más utilizados para la evaluación de equipos de trabajo a nivel internacional. Se aborda además la toma de decisiones y la computación con palabras.

## 1.2. Análisis bibliométrico

Para el desarrollo de la investigación fueron referenciados 88 documentos que abordan los principales elementos sobre los equipos de trabajo, la composición de estos, los modelos existentes para su evaluación, la computación con palabras y sus modelos computacionales, entre otras temáticas. En la Tabla 2 se muestra un resumen de las bibliografías referenciadas.

*Tabla 2 Resumen de bibliografías referenciadas.*

Fuentes	Últimos cinco años	Años anteriores
Libros	5	11
Tesis de doctorados	4	6
Tesis de maestrías	1	
Artículos en revistas	22	30
Memorias de eventos	4	5
Totales	36	52

## 1.3. Equipos de trabajo

La conformación, evaluación y seguimiento de los equipos de trabajo es una de los aspectos de los que se encarga la gestión de recursos humanos dentro de la gestión de proyectos. En la bibliografía consultada el concepto de equipos de trabajo es presentado de diversas maneras. (Scarnati 2001) define equipo de trabajo como un proceso cooperativo que permite a los miembros alcanzar resultados extraordinarios. Un equipo tiene propósitos comunes donde los miembros pueden desarrollar relaciones mutuas y efectivas para alcanzar los objetivos y las metas del equipo.

Otros autores refieren que un equipo de trabajo es un pequeño grupo de personas con habilidades y conocimientos complementarios que están comprometidos con una misión, un conjunto de metas de desempeño y con un enfoque común para los cuales son mutuamente responsables (Viles *et al.* 2011).

Los equipos pueden ser considerados como sistemas multinivel (nivel individual, de equipo y organizacional), orientados a los procesos relevantes para la tarea y que evolucionan con el tiempo, de forma que tanto los procesos como la eficacia de los equipos constituyen fenómenos emergentes

(patrones resultantes de la integración regular y repetida entre los miembros) (Torrelles *et al.* 2011). Estos autores refieren además que los equipos no surgen de manera natural, sino que son una manera de trabajar, un sistema. Existen en contextos determinados, se desarrollan a partir de la actuación recíproca de cada uno de sus miembros dentro de un entorno y un tiempo, y se adaptan a las demandas circunstanciales más relevantes.

(Portalanza 2013) refiere que los equipos de trabajo deben compartir los valores de la organización, tener una dirección clara y un liderazgo que les permita gestionar las relaciones en su interior, concentrar esfuerzos y lograr una gestión eficaz de sus recursos para el logro de los objetivos.

El autor del presente trabajo asume para los términos de la investigación la definición planteada por (Katzenbach *et al.* 1996) en su libro “Sabiduría de los equipos: el desarrollo de la organización de alto rendimiento” donde refiere que un equipo de trabajo es un pequeño número de personas, con habilidades complementarias que se han comprometido con un propósito común, con unas metas específicas, para lo cual se apoyan mutuamente.

Estos últimos también expresan que los equipos de trabajo se han empleado en diversos aspectos y contextos, con el fin de contribuir a lograr los objetivos que la organización se propone, desde obtener mejoras substanciales en los procesos operativos y administrativos, hasta alcanzar cambios radicales en la cultura y en la estructura de las organizaciones (Franco G *et al.* 2003).

En el contexto del desarrollo de software, con el aumento significativo que presentan en cuanto a importancia, complejidad y tamaño de las soluciones informáticas, el proceso de su desarrollo ha pasado a ser esencialmente llevado a cabo por equipos de trabajo (Pressman 2002).

El trabajo en equipo es considerado un factor vital en el desarrollo de proyectos de software (Pressman 2002) y se reconoce la necesidad de estudiar la cohesión de los equipos de desarrollo y su impacto sobre el proceso de desarrollo y su resultado final (Sommerville 2005; Silva *et al.* 2010; Silvestre Quiroga 2012).

(Pressman 2002) expresa que la mayoría de los proyectos de desarrollo de software fracasan debido a fallos del equipo que los desarrolla. Pero a pesar de ello el recurso humano continúa siendo el elemento menos detallado en los modelos de procesos y las metodologías de desarrollo de software, que se centran más en los aspectos técnicos que en los aspectos humanos (André 2009; Shih *et al.* 2010; DeMarco *et al.* 2013).

Afortunadamente sobre este tema se ha investigado en la ingeniería de software y algunos de los trabajos analizan diversos factores que evidencian su impacto en el rendimiento de los equipos de desarrollo (Silvestre Quiroga 2012). Características como la composición del equipo, el diseño de la tarea, la diversidad de los miembros y el contexto organizacional, son algunos de los que han sido profundizados, ya que se ha comprobado que afectan la efectividad de los equipos de trabajo (Bayona Bohórquez *et al.* 2012).

## 1.4. Composición de equipos de trabajo

La composición de un equipo de trabajo y su cohesión inciden directamente en su rendimiento (Ayestarán-Etxeberria 2010; Belbin 2010; Prieto de Hoyos 2010; Rodríguez Stiven *et al.* 2012). Según (Gil *et al.* 2008), la composición de un equipo de trabajo se refiere a los atributos de sus miembros y cómo estos se combinan para formar equipos interdependientes efectivos, que varían con el tiempo en función de su propia composición, sus atributos, la distribución de sus miembros y su estabilidad a lo largo del tiempo.

(Gil *et al.* 2008) refieren que dos de los criterios que más se han investigado son el tamaño (cantidad de personas) y las características de sus miembros. (Cannon-Bowers *et al.* 2011) señalan como criterios para valorar la composición de los equipos la interdependencia, la responsabilidad compartida, los objetivos compartidos, la especialización de roles y la pertenencia formal a una organización.

Otros investigadores se han enfocado en los conocimientos, habilidades, capacidades y modos de actuación de los integrantes del equipo para cohesionarse efectivamente (André 2009; Jaca *et al.* 2011; Prieto de Hoyos 2010; Rodríguez Stiven 2012). (Sawyer 2004) expone que para sostener equipos cohesivos, han de tenerse en cuenta diversos factores, como el perfil temperamental de las personas, la planificación gerencial, el comportamiento organizacional, los medios y recursos disponibles para comunicaciones.

Otros estudios sostienen que para formar un equipo de trabajo cohesionado es necesario considerar no sólo las capacidades técnicas de sus posibles miembros, sino también sus características psicológicas y de personalidad (Law *et al.* 2005; MacGregor *et al.* 2005). (Pressman 2002) refiere que para lograr un equipo de desarrollo de software de alto rendimiento, los miembros del equipo deben tenerse mutua confianza, la distribución de las habilidades debe adecuarse al problema y tal vez los disidentes deban ser excluidos del equipo si ha de conservarse su cohesión.

En la rama de la psicología se han realizado varias investigaciones sobre la composición de los equipos, y se han desarrollado diversas técnicas para ello, sobre todo en base a la teoría de roles (Belbin 2000, 2004, 2010) y estilos de personalidad (Myers *et al.* 1998; Pieterse *et al.* 2006).

Un aspecto clave es la definición del tamaño óptimo de un equipo de trabajo. Esto se debe a que se ha podido comprobar que en la misma medida que crece un equipo de trabajo, aumenta la cantidad de recursos y conocimientos disponibles, pero también se necesitan mayores esfuerzos para su coordinación y cohesión. Con respecto a la estabilidad y variabilidad de la composición del equipo, inciden el aumento o reducción del número de miembros y la incorporación de nuevos miembros, que pueden ir en detrimento de la eficacia y cohesión del equipo. Por este motivo deben hacerse solo los cambios necesarios y de forma escalonada, que puede incluso motivar mejores resultados.

El tiempo que los miembros trabajan juntos como equipo es también un factor relevante tanto para el desarrollo de los modelos mentales del equipo como para la coordinación. Así, los miembros del equipo que más tiempo pasan juntos adquieren un conocimiento común preciso sobre las habilidades que

posee cada uno para el trabajo (memoria transactiva), lo que les ayuda a coordinar mejor sus acciones (Gil *et al.* 2008).

De las características de los integrantes de los equipos de trabajo y su diversidad existen varias investigaciones. Estos estudios muestran cómo la diversidad impacta directamente en el resultado del equipo y en el propio desempeño individual de sus miembros (Williams *et al.* 1998; van Knippenberg *et al.* 2007; Belbin 2010; Jackson *et al.* 2011; Rico *et al.* 2011; Hera *et al.* 2011).

El autor (González-Romá 2008) afirma que la diversidad de un equipo de trabajo hace referencia al grado en el que los individuos que lo componen son diferentes respecto a algunos criterios, tanto visibles o superficiales (sexo, edad) como no visibles o profundos (educación, área de especialización, valores, personalidad). Está entrelazada con una mayor variedad de recursos cognitivos (información, conocimientos, opiniones, perspectivas) y competencias, lo que pone al equipo en mejores posibilidades para enfrentar los retos (Polzer *et al.* 2002; Webber *et al.* 2001). Los equipos de desarrollo de software están compuestos por quienes llevan a cabo el trabajo del proyecto: individuos procedentes de diferentes grupos, con conocimientos en una materia específica o con un conjunto de habilidades específicas (Project Management Institute 2013).

(Sommerville 2005) en su libro Ingeniería de Software hace referencia a la necesidad e importancia de la diversidad en cuanto a los rasgos de personalidad de los miembros de un equipo de desarrollo de software, pues es un elemento que define la cohesión, la comunicación y por ende los resultados del trabajo. Este mismo autor identifica criterios o elementos que se deben considerar para evaluar la composición de un equipo de desarrollo: experiencia en el dominio de la aplicación; experiencia en la plataforma; experiencia en el lenguaje de programación; habilidad para resolver problemas; soporte educativo; habilidad de comunicación; adaptabilidad; actitud; personalidad.

Asociado a las competencias de los miembros del equipo, entiéndase como conjunto de habilidades, aptitudes y conocimientos, se resalta sobre todo la competencia para el trabajo en equipo (Gil *et al.* 2008).

La Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos refiere que los criterios para evaluar un equipo de trabajo deben ser establecidos por todas las partes pertinentes e incorporadas en las entradas del proceso Desarrollar el Equipo de Proyecto. La evaluación de la eficacia de un equipo puede incluir indicadores tales como: mejoras en las habilidades que permiten a las personas realizar las asignaciones de manera más eficaz; mejoras a nivel de las competencias que ayudan al equipo a funcionar mejor como equipo; reducción del índice de rotación del personal; mayor cohesión del equipo cuando los miembros comparten abiertamente información y experiencias, y se ayudan mutuamente para mejorar el desempeño general del proyecto (Project Management Institute 2013).

Como se muestra en la Tabla 3, son diversos los criterios que utilizan los autores para evaluar la composición de un equipo. El tamaño del equipo no es muy profundizado por cuanto se conoce que los equipos pequeños son los que mejores resultados obtienen, en cuanto a cohesión y eficacia se refiere.

Destacan los asociados a las características de los miembros y perfiles temperamentales, debido en gran medida a la diversidad de investigaciones que existen en la rama de la psicología.

Tabla 3 Criterios de evaluación de composición de equipos según autores.

<b>Criterios</b>	<b>Bibliografía</b>
<b>Tamaño del equipo</b>	(Gil <i>et al.</i> 2008).
<b>Balance de conocimientos</b>	(Williams <i>et al.</i> 1998); (Webber <i>et al.</i> 2001); (Polzer <i>et al.</i> 2002); (Pressman 2002); (Law <i>et al.</i> 2005); (MacGregor <i>et al.</i> 2005); (Sommerville 2005); (Rico <i>et al.</i> 2007); (van Knippenberg <i>et al.</i> 2007); (Gil <i>et al.</i> 2008); (González-Romá 2008); (André 2009); (Jaca <i>et al.</i> 2011); (Jackson <i>et al.</i> 2011); (Project Management Institute 2013); (Belbin 2010); (Prieto de Hoyos 2010); (Cannon-Bowers <i>et al.</i> 2011); (Rodríguez Stiven 2012).
<b>Balance de habilidades</b>	(Williams <i>et al.</i> 1998); (Webber <i>et al.</i> 2001); (Polzer <i>et al.</i> 2002); (Pressman 2002); (Law <i>et al.</i> 2005); (MacGregor <i>et al.</i> 2005); (Sommerville 2005); (Rico <i>et al.</i> 2007); (van Knippenberg <i>et al.</i> 2007); (González-Romá 2008); (Gil <i>et al.</i> 2008); (André 2009); (Jaca <i>et al.</i> 2011); (Jackson <i>et al.</i> 2011); (Project Management Institute 2013); (Belbin 2010); (Prieto de Hoyos 2010); (Cannon-Bowers <i>et al.</i> 2011); (Rodríguez Stiven 2012).
<b>Balance de capacidades</b>	(Williams <i>et al.</i> 1998); (Webber <i>et al.</i> 2001); (Polzer <i>et al.</i> 2002); (Pressman 2002); (Law <i>et al.</i> 2005); (MacGregor <i>et al.</i> 2005); (Sommerville 2005); (Rico <i>et al.</i> 2007); (van Knippenberg <i>et al.</i> 2007); (Gil <i>et al.</i> 2008); (González-Romá 2008); (André 2009); (Jaca <i>et al.</i> 2011); (Jackson <i>et al.</i> 2011); (Project Management Institute 2013); (Belbin 2010); (Prieto de Hoyos 2010); (Cannon-Bowers <i>et al.</i> 2011); (Rodríguez Stiven 2012).
<b>Modos de actuación</b>	(Myers <i>et al.</i> 1998); (Williams <i>et al.</i> 1998); (Belbin 2000); (Webber <i>et al.</i> 2001); (Polzer <i>et al.</i> 2002); (Pressman 2002); (Belbin 2004); (Sawyer 2004); (Law <i>et al.</i> 2005); (MacGregor <i>et al.</i> 2005); (Sommerville 2005); (Pieterse <i>et al.</i> 2006); (Rico <i>et al.</i> 2007); (van Knippenberg <i>et al.</i> 2007); (Gil <i>et al.</i> 2008); (González-Romá 2008); (André 2009); (Jaca <i>et al.</i> 2011); (Belbin 2010); (Prieto de Hoyos 2010); (Jackson <i>et al.</i> 2011); (Rodríguez Stiven 2012).
<b>Interdependencia</b>	(Sommerville 2005); (Gil <i>et al.</i> 2008); (Project Management Institute 2013); (Cannon-Bowers <i>et al.</i> 2011).
<b>Responsabilidad compartida</b>	(Pressman 2002); (Gil <i>et al.</i> 2008); (Project Management Institute 2013); (Cannon-Bowers <i>et al.</i> 2011).
<b>Objetivos compartidos</b>	(Pressman 2002); (Gil <i>et al.</i> 2008); (Project Management Institute 2013); (Cannon-Bowers <i>et al.</i> 2011).
<b>Estabilidad del equipo</b>	(Pressman 2002); (Sommerville 2005); (Gil <i>et al.</i> 2008); (Project Management Institute 2013).
<b>Niveles de comunicación</b>	(Pressman 2002); (Sawyer 2004); (Sommerville 2005); (Gil <i>et al.</i> 2008); (Project Management Institute 2013).

### 1.5. Evaluación de la composición de equipos de trabajo

Existen diversos modelos y métodos de evaluación que pueden ser utilizados para los objetivos de la investigación. En el presente trabajo se estudian los que se consideran de mayor aporte para la investigación.

### **1.5.1. Modelo 16 PF**

El modelo 16 PF es una medida comprensiva de un rango normal de personalidad que puede ser efectiva en una variedad de entornos en los que se hace necesaria la evaluación de las personas. Los rasgos de la 16 PF son el resultado de años de investigación del factor analítico enfocado en el descubrimiento de los elementos estructurales básicos de la personalidad (Cattell 1973). Su aplicación ha sido llevada a cabo a diversas ramas de la ciencia con validez internacional (Córdoba Maquilón *et al.* 2012).

Este modelo consta de 187 preguntas que miden 16 factores que son evaluadas en una escala de 1 a 10: área intelectual (pensamiento abstracto-pensamiento concreto); área personal (reservado-abierto, sumiso-dominante, tímido-espontáneo, racional-emocional, práctico-soñador, sencillo-astuto, seguro-inseguro); área emocional (inestablemente emocional-establemente emocional, despreocupado-escrupuloso, desinhibido-controlado, tradicional-innovador, calmado-estresado); área social (prudente-impulsivo, confiado-sospechoso, sencillo-astuto, dependiente del grupo-autosuficiente) (Cattell *et al.* 1988).

Son varias las críticas que ha recibido este modelo, entre ellas las que consideran que las escalas del 16 PF tiene unas propiedades psicométricas inaceptables, escasa fiabilidad de las escalas, dificultad de interpretación y manejo del modelo, debido a la complejidad de sus formulaciones teóricas y dificultad para la elaboración de un modelo teórico global, de carácter explicativo (Van Eeden *et al.* 2013).

16 PF es un modelo que se centra en los rasgos de la personalidad de los individuos, obviando los elementos técnicos necesarios para el desarrollo de software y al equipo como un todo y no como resultado de la sumatoria de individuos. No contempla además, en su modelación, los elementos asociados a la incertidumbre y la ambigüedad de las valoraciones que emiten los evaluadores.

### **1.5.2. Modelo de Belbin**

Este modelo permite identificar los roles dentro de un equipo de trabajo en función de los preferidos y los evitados por cada individuo. Con este propósito define un rol como la tendencia de cada persona a comportarse, contribuir y relacionarse (Belbin 2000, 2004, 2010). Es una de las teorías de roles de mayor nivel de aplicación y ha sido implementada con éxitos en trabajos que estudian la formación y composición de equipos (Silvestre Quiroga 2012).

Tiene identificado nueve roles clasificados en tres categorías, como se muestra en la Figura 1. La primera clasificación son los roles mentales (grado de orientación hacia el desempeño de las tareas), que comprenden al Cerebro, el Monitor-Evaluador y el Especialista. La segunda clasificación son los roles de acción (grado de orientación hacia el mundo de las ideas), que comprenden al Impulsor, el Implementador y el Finalizador. La última clasificación son los roles sociales (grado de orientación hacia las relaciones con las personas), que agrupa al Coordinador, el Investigador de Recursos y el Cohesionador (Belbin 2010).



Figura 1: Clasificación de roles según Belbin (elaborado a partir de Belbin 2010).

Este modelo establece que deben estar presentes todos los roles dentro de un equipo de trabajo, debiendo prevalecer los roles de acción, con un balance entre los mentales y los sociales. Que un equipo de trabajo no posea nueve miembros no quiere decir que no estén presentes todos los roles, sino que uno o varios miembros deben desempeñar varios roles. Viene acompañado de un cuestionario de autopercepción, que ha sido ampliamente utilizado en diversas investigaciones.

En ciertas circunstancias se deben potenciar algunos roles para obtener mejores resultados del trabajo en equipo (Belbin 2010). Cuando se evidencia un bajo rendimiento del equipo de trabajo se sugiere reforzar con un buen coordinador o finalizador. Ante la presencia de conflictos se necesita un buen coordinador. Con un rendimiento mediocre se requiere de un investigador de recursos o un cerebro. Si el equipo está propenso a cometer errores se necesita de un monitor-evaluador. Un equipo de trabajo nuevo requiere de un cohesionador. Si existiesen situaciones de competencia, se necesita entonces de un excelente Cerebro.

Este modelo se centra en teoría de roles sobre la base de las preferencias de los individuos, obviando los elementos técnicos necesarios para el desarrollo de software. Con la evaluación obtenida por cada individuo se procede a valorar al equipo, no se tiene en cuenta los factores que el propio equipo y la organización imponen a los individuos. No tiene en cuenta la incertidumbre y la ambigüedad de las valoraciones que emiten los evaluadores.

### 1.5.3. Modelo de Myers-Briggs

Gracias a su alto nivel de utilidad para la comprensión e interpretación de los rasgos de la personalidad de los individuos, es un método ampliamente utilizado. Teniendo en cuenta que cada persona, como rasgo de su propia personalidad, se acomoda a determinadas preferencias que hacen que se incline por el desarrollo de actividades particulares que a otros no les pueden interesar, este modelo mide cuatro dimensiones diferentes de esas preferencias humanas (Myers *et al.* 1998).

Trabaja con cuatro dimensiones de la personalidad. La primera dimensión es Extroversión – Introversión, la segunda Intuición – Sentidos, la tercera Emoción – Pensamiento y la cuarta Juicio – Percepción. A partir de los valores obtenidos en cada dimensión y la combinación de estos se confecciona un perfil de personalidad del individuo, tal como se muestra en la Figura 2.

		Sentidos		Intuición	
		Pensamiento	Emoción	Emoción	Pensamiento
Introversión	Juicio	Ejecutores responsables	Administradores dedicados	Motivadores interesantes	Estrategas visionarios
	Percepción	Pragmáticos ágiles	Encargados prácticos	Cruzados inspirados	Analistas expansivos
Extroversión	Percepción	Inconformistas dinámicos	Improvisadores entusiastas	Catalizadores apasionados	Exploradores innovadores
	Juicio	Conductores eficientes	Constructores comprometidos	Movilizadores atractivos	Directores estratégicos

Figura 2: Dimensiones e indicadores de personalidad del modelo de Myers-Briggs (elaborado a partir de Myers et al. 1998).

Es de gran utilidad para entender la personalidad de los individuos y sus modos preferidos de actuación. Este elemento puede ser muy útil para la evaluación de la composición de los equipos de trabajo, pues ayuda a garantizar que todas las capacidades necesarias estén presentes.

Su uso implica el empleo de algún instrumento para determinar las preferencias y la personalidad de cada individuo. El más utilizado es el Indicador de Tipo de Myers-Briggs (MBTI por sus siglas en inglés). Se recomienda que la persona que aplica el instrumento sea debidamente calificada, para que pueda aportar mejores resultados. Es justamente este elemento lo que dificulta su aplicación en las organizaciones que no cuentan con un personal calificado para su aplicación.

Su aplicación además requiere más tiempo y esfuerzo que el de Belbin. Está enfocado a los rasgos de personalidad de los miembros del equipo, valorando las preferencias individuales de sus modos de actuación. Tampoco valora los elementos que el propio equipo y la organización imponen a los miembros del equipo. Este modelo tampoco incorpora los elementos técnicos a tener en cuenta en los equipos de desarrollo de software y al igual que los anteriores, no tiene en cuenta los elementos asociados a la incertidumbre y la ambigüedad que se derivan de las valoraciones que emiten los evaluadores.

#### 1.5.4. Modelo Entrada-Procesos-Salidas

Este modelo define los elementos necesarios para llevar a cabo un buen trabajo por parte de un grupo de personas formando un equipo y el proceso que se lleva a cabo, dando lugar a aspectos cognitivos,

afectivos y de comportamiento que se dan en un equipo de trabajo teniendo en cuenta el factor tiempo (McGrath 1964; Ilgen *et al.* 2005; Rico *et al.* 2007; González-Romá 2008; Rico *et al.* 2010; Torrelles *et al.* 2011).

Son varias las investigaciones sobre la efectividad, cohesión y eficacia de los equipos de trabajo (Ilgen *et al.* 2005; Gil *et al.* 2008; Mathieu *et al.* 2008; Rico *et al.* 2010; Gil *et al.* 2011; Torrelles *et al.* 2011; Viles *et al.* 2011) y aun cuando usan diversos puntos de vista, son llevadas a cabo utilizando el modelo Entrada-Procesos-Salida (Rico *et al.* 2010).

Este modelo identifica la composición, la estructura y los procesos de los equipos como los antecedentes clave de la eficacia del equipo. Asimismo, el modelo señala que los factores organizacionales y situacionales influyen en la estructura del equipo como un todo, afectando a las demás variables (entrada, procesos, salidas) (Rico *et al.* 2010).

Las entradas representan el conjunto de recursos del equipo, tanto internos (la composición del equipo, fundamentalmente los conocimientos y habilidades de sus miembros, así como la estructura del grupo y el diseño de la tarea) como externos (ej. las recompensas de la organización, la cultura organizacional). Estos recursos pueden considerarse a distintos niveles (recursos de los miembros, del grupo y de la organización). Las entradas, de la misma forma que pueden contribuir a la eficacia del equipo, también pueden constituir limitaciones para que el equipo logre sus objetivos (Gil *et al.* 2008).

Los procesos consisten en un conjunto de mecanismos psicosociales que permiten a los miembros de un equipo combinar los recursos disponibles para realizar el trabajo asignado por la organización, superando las posibles limitaciones. Así, a través de procesos como la comunicación, coordinación o toma de decisiones, los miembros del equipo convierten las entradas en salidas (Gil *et al.* 2008). Esto describe lo que se representa en la Figura 3.

Las salidas son los resultados alcanzados por el equipo. El concepto de eficacia de equipo es multidimensional. Generalmente, la eficacia se analiza en términos de resultados de trabajo, como rendimiento objetivamente evaluado (usando indicadores específicos o personal experto externo al equipo). Pero también incluye resultados que ayudan a mantener el desempeño del equipo a lo largo del tiempo, como la satisfacción de sus miembros, la viabilidad (grado en que los miembros del equipo desean permanecer juntos) y la innovación (Gil *et al.* 2008).

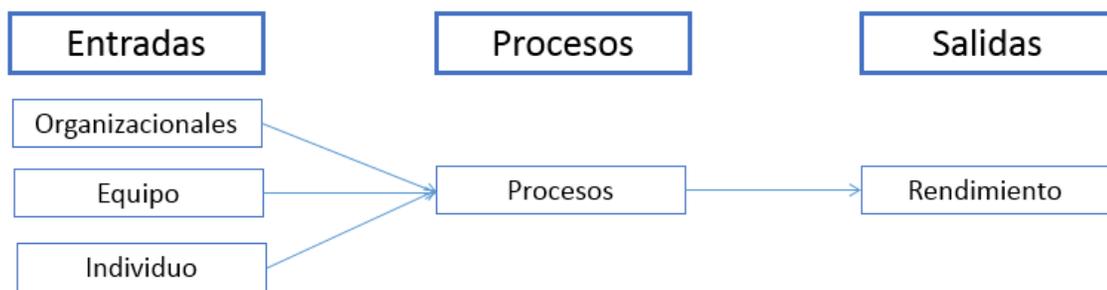


Figura 3 Modelo Entradas-Procesos-Salidas del desarrollo del trabajo en equipo (elaborado a partir de Gil, Rico y Sánchez-Manzanares 2008).

Este modelo ha recibido importantes críticas centradas en su incapacidad para incorporar los aspectos temporales y recursivos que el desarrollo y la retroalimentación imponen en los equipos de trabajo. Esto trae consigo que no tiene previstos los procesos adaptativos e incrementales de aprendizaje (Rico *et al.* 2010). En el procesamiento de la información recogida no tiene en cuenta la incertidumbre y ambigüedad que se desprenden de las valoraciones cualitativas emitidas por los evaluadores.

### 1.5.5. Modelo Entradas-Mediadores-Resultados

Este modelo representa el trabajo en equipo como un conjunto de mediadores condicionados por factores previos (entradas) y que dan a lugar a unos resultados. Fue desarrollado por (Ilgen *et al.* 2005) y (Mathieu *et al.* 2008).

Este modelo considera a los equipos como un sistema multinivel orientado a los procesos relevantes para el objetivo del equipo, y que evoluciona en el tiempo, de manera que tanto los procesos como la eficiencia del equipo influyen en el desarrollo del equipo y trabajo (Rico *et al.* 2010). Agrupa los factores que afectan al equipo en tres grandes grupos: entradas, mediadores y resultados, tal como se muestra en la Figura 4.

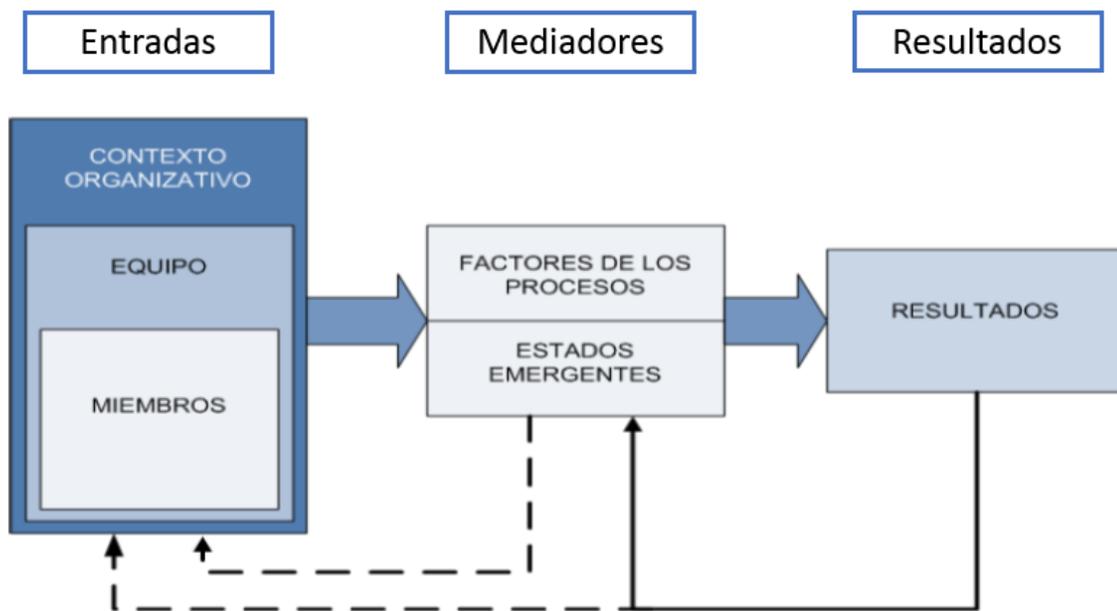


Figura 4 Modelo Entradas-Mediadores-Resultados del desarrollo del trabajo en equipo (elaborado a partir de Viles *et al.* 2011).

Las entradas representan el conjunto de recursos del equipo, tanto externos (ej. las recompensas de la organización, la cultura organizacional), como internos (la composición del equipo, fundamentalmente los conocimientos y habilidades de sus miembros, así como la estructura del grupo y el diseño de la tarea). Estos recursos pueden considerarse a distintos niveles (recursos de los miembros, del grupo y de la organización). Es importante considerar que los insumos pueden constituir elementos facilitadores o inhibidores de la efectividad de los equipos (Rico *et al.* 2010).

El contexto organizativo hace referencia a todos aquellos factores que existen dentro de la organización y que influyen en el diseño de los equipos y en el entorno de trabajo. Los factores pertenecientes al equipo son aquellos que están relacionados con el funcionamiento de este, que están definidos o existen antes de que el equipo empiece a trabajar como tal. Los factores pertenecientes a los miembros incluyen las características individuales sus miembros (Viles *et al.* 2011).

Los tres grupos están anidados. De esta forma se representa la fuerte influencia que tienen los factores del contexto organizativo sobre el equipo y, a su vez, cómo el equipo influye sobre los miembros exigiéndoles ciertas competencias y distribución de roles (Viles *et al.* 2011).

En los mediadores se incluyen los factores que influyen durante el proceso del trabajo en equipo. Algunos de estos factores suponen acciones de los miembros mientras que otros se consideran como estados afectivos, cognitivos o referentes a la motivación. Es por ello que los mediadores se dividen en factores de procesos y en estados emergentes. Los factores de los procesos describen funciones e interacciones que aparecen durante el trabajo en equipo y cómo son gestionadas por la organización, el equipo y los miembros. Los estados emergentes son factores dinámicos que aparecen durante el proceso del trabajo en equipo y que varían en el tiempo dependiendo del resto de los factores, entradas, mediadores y resultados (Mathieu *et al.* 2008).

Por último, en los resultados se agrupan los factores relacionados con el desempeño del trabajo en equipo y, por tanto, se valoran los resultados tanto del equipo como de los miembros y de la organización (Viles *et al.* 2011). El modelo además incorpora el carácter cíclico y dinámico de estos procesos de forma que los resultados se convierten en nuevas entradas para el proceso (Diez *et al.* 2013).

Este modelo, al igual que los anteriores, no contempla la ambigüedad e incertidumbre que se introduce como resultado de la emisión de las valoraciones a partir de la percepción de los evaluadores.

De manera general, el resultado de la evaluación del equipo permite identificar posibles acciones que la dirección del equipo puede implementar, tal es el caso de acciones de capacitación, entrenamientos, tutorías y cambios dentro de equipo de trabajo. Otro resultado de la evaluación es determinar los recursos necesarios para lograr los objetivos del equipo.

Los dos primeros modelos pueden ser utilizados para soportar la evaluación de la composición de los equipos de trabajo en función de los modos de actuación de los integrantes de los equipos, aunque no tienen en cuenta los elementos técnicos. Los otros modelos y la guía del PMBoK exigen una definición de los atributos, criterios o factores de evaluación y pueden, según se definan, medir elementos técnicos y/o de personalidad.

Los criterios analizados en el epígrafe anterior pueden ser el resultado de aplicar los modelos Entradas-Procesos-Salidas y Entradas-Mediadores-Resultados, que además pueden ser indicadores para evaluar la estructura de un equipo de trabajo cumpliendo con las pautas que establece el PMBoK. En

todos los casos, las evaluaciones que emiten los involucrados en el proceso de medir cada criterio o factor son de manera cualitativa, dado sobre todo al origen diverso de los especialistas.

Esta evaluación cualitativa de los criterios es analizada luego por la dirección del proyecto con el fin de tomar las acciones correctivas o preventivas en función de los resultados. Este procesamiento de la información en la mayoría de los casos se hace de forma empírica y brinda como resultado un criterio también cualitativo del estado del equipo de trabajo. Esta evaluación es el punto de partida para la toma de decisiones.

## **1.6. La toma de decisiones**

La toma de decisiones es sin duda una de las actividades fundamentales de los humanos, ya que constantemente se enfrentan situaciones en las que existen varias alternativas y, al menos en algunas ocasiones, se tiene que decidir cuál es mejor, o cuál llevar a cabo (Martínez López 1999).

Cada vez que se plantea la necesidad de tomar una decisión, ésta va acompañada de un conjunto de posibles alternativas que a su vez tienen una serie de consecuencias que pueden hacer dudar sobre la idoneidad de cada una de ellas. La incertidumbre suele ser una compañera presente en los procesos de toma de decisión que produce malestar e inseguridad a los individuos que deben tomar las decisiones.

Tomar una decisión es una situación que genera tensión psicológica a la mayoría de las personas que asumen esta responsabilidad. Esta tensión proviene de dos fuentes: la primera es la preocupación del decisor por las consecuencias materiales y sociales que se derivan de cualquier curso de acción que se haya elegido; la segunda fuente es el riesgo que se corre de perder el prestigio y autoestima del decisor (de Andrés Calle 2009).

Una decisión, en un sentido amplio, consiste en elegir, de manera consciente, una o varias alternativas de un conjunto de opciones o elecciones posibles, siempre persiguiendo un objetivo concreto. Todos los problemas de toma de decisiones plantean unos elementos básicos y comunes, entre los que se pueden destacar (Zulueta Véliz 2014):

- Un conjunto finito de soluciones o de decisiones posibles.
- Un criterio o conjunto finito de criterios a tener en cuenta.
- Un conjunto de valoraciones realizadas por el evaluador o los diferentes evaluadores para cada criterio.
- Un conjunto de circunstancias o elementos que definen el entorno o contexto del problema decisional.

A menudo se entiende que una buena decisión se da cuando, transcurrido el tiempo, las consecuencias se han mostrado favorables. Sin embargo, la mayor parte de las veces no se pueden comparar las consecuencias de una decisión adoptada con las que hubiera ocurrido si se hubiera adoptado una solución diferente. Por este motivo resulta imprescindible considerar también el proceso mediante el

cual se adoptó la decisión final para poder concluir o no que la solución fue la mejor posible, teniendo en cuenta la información disponible en el momento y los recursos que entonces se pudieron emplear. Se entiende, por tanto, que una decisión ha sido buena si se ha tomado con el mejor procedimiento disponible. En cambio, no se puede calificar una decisión como buena si ha dado buenos resultados pero no se conoce cómo se procedió en su adopción (García Cascales 2009).

La toma de decisiones se aplica en distintas disciplinas, tales como, las ciencias sociales, la economía, la ingeniería, la psicología, etc. Esta amplia gama de campos de aplicación tiene como consecuencia la existencia de diferentes modelos de toma de decisiones.

### **1.6.1. Clasificación de los problemas de toma de decisiones**

Los problemas de toma de decisiones son clasificados según varios criterios, a continuación se muestran los más utilizados en la bibliografía especializada, referentes al número de expertos, el número de criterios y el ámbito decisonal (de Andrés Calle 2009).

Clasificación según el número de expertos:

Esta clasificación hace referencia al número de expertos que emiten su opinión sobre el problema. Son dos las distinciones que se hacen en la literatura (Zulueta Véliz 2014) en cuanto a los problemas de toma de decisiones en función del número de expertos participantes:

- Unipersonales o individuales. Las decisiones en este tipo de problemas son tomadas por un único agente o individuo.
- Multi-experto. Las decisiones en este caso son tomadas por un grupo de agentes o individuos.

Clasificación según el número de criterios:

El número de atributos o criterios que se tienen a la hora de tomar una decisión también es utilizada para clasificar los problemas de toma de decisiones en dos tipos (Arza Pérez 2013):

- Problemas con un sólo criterio o atributo. Problemas de decisión en los que para evaluar las alternativas se tiene en cuenta un único valor que representa la valoración dada a esa alternativa. La solución se obtiene como la alternativa que mejor resuelve el problema teniendo en cuenta este único criterio de decisión.
- Problemas multicriterio o multiatributo. Problemas de decisión en los que para evaluar las alternativas se tienen en cuenta los valores de dos o más criterios o atributos que definen las características de cada alternativa. La alternativa solución será aquella que mejor resuelva el problema considerando todos estos criterios o atributos.

Los problemas de toma de decisión multicriterio son más complejos de resolver que los problemas en los que sólo hay que tener en cuenta un criterio para obtener la solución. Cada criterio puede establecer un orden de preferencia particular y diferente sobre el conjunto de alternativas. A partir del conjunto de

órdenes de preferencia particulares será necesario establecer algún mecanismo que permita construir un orden global de preferencia (Mata Mata 2006).

Clasificación según el contexto o ámbito decisional.

Los problemas de toma de decisiones pueden desarrollarse en diferentes contextos o ámbitos de aplicación. Según la literatura clásica existente (Espinilla Estévez 2009) los problemas decisionales pueden clasificarse atendiendo al contexto de definición en el que se formulan:

- Contexto o ambiente de certidumbre. Una situación o contexto de certidumbre se produce cuando se tiene información precisa sobre todas las situaciones que pueden afectar al problema.
- Contexto o ambiente de riesgo. Un ambiente de riesgo en un problema decisional se puede definir como aquel en el que alguno de los factores o elementos que intervienen en el mismo están sujetos al azar, es decir, tienen asociados una probabilidad.
- Contexto o ambiente de incertidumbre. Una situación de incertidumbre en un problema decisional se plantea cuando la información disponible sobre las opciones elegibles es vaga o imprecisa. Este último ámbito o contexto es el que más se aproxima a la toma de decisiones características o propias de la vida real y del comportamiento humano, ya que la imprecisión es inherente a los individuos.

En la presente investigación se abordará la evaluación de la composición de equipos de trabajo como un problema de toma de decisiones multi-criterio y multi-experto, en un ambiente de incertidumbre.

La teoría de la decisión ha proporcionado distintos modelos decisionales determinísticos y probabilísticos. Los métodos determinísticos ignoran la incertidumbre mientras que los problemas probabilísticos consideran que la incertidumbre puede representarse mediante distribuciones de probabilidad. Sin embargo, la incertidumbre es normalmente no probabilística. El uso de la lógica difusa y de información lingüística hace más flexibles y fiables los modelos de apoyo al proceso de toma de decisiones con incertidumbre (de Andrés Calle 2009).

La teoría clásica de decisión proporciona una gran cantidad de modelos sobre las distintas situaciones de decisión, aunque no es capaz de dar solución a todos los problemas de decisión. Los métodos clásicos se adecúan fácilmente a problemas desarrollados en ambiente de certidumbre y de riesgo, sin embargo no son adecuados en situaciones de incertidumbre, es decir, en problemas que presentan información vaga e imprecisa. En estas situaciones se habla de problemas de decisión en contexto difuso o de toma de decisiones difusa (Martínez López 1999).

En estos casos, el uso del enfoque lingüístico difuso basado en conceptos de la teoría de conjuntos difusos se ha mostrado útil a la hora de modelar este tipo de aspectos (Bonissone 1980; Mata Mata 2006). El uso del enfoque lingüístico implica la necesidad de realizar procesos para operar con palabras que en la toma de decisiones difusa se ha llevado a cabo usando distintos modelos (Degani *et al.* 1988; Delgado *et al.* 1992; Herrera *et al.* 2000).

## 1.7. Computación con palabras

En la actualidad se ha estado investigando e incrementalmente se ha estado aplicando en el tratamiento a problemas de tomas de decisión, el uso de la computación con palabras. Este es uno de los paradigmas actuales para el tratamiento de la incertidumbre y la información lingüística (Mendel 2002; Safarzadegan *et al.* 2012; Martínez *et al.* 2012; Arza Pérez 2013; Pérez-Teruel *et al.* 2014).

(Mendel 2002, 2007b, 2007c ; Mendel *et al.* 2010) es autor de varios artículos relacionados con la computación con palabras, y junto a otros autores brinda criterios sobre cuáles son sus puntos de vistas y consideraciones sobre su definición. Se resume que opera con palabras o sentencias definidas en un lenguaje natural o artificial y que pueden ser instanciadas con números, simulando el proceso cognitivo humano para tratar con problemas de decisión (Martínez *et al.* 2010).

(Zadeh 2012) refiere que la computación con palabras es una metodología de razonamiento, computación y toma de decisiones en la que se utilizan palabras procedentes del lenguaje natural. Este propio autor plantea que la computación con palabras es muy útil cuando la información es imprecisa y no es posible justificar el uso de números. Cambia el paradigma tradicional en que la función de pertenencia es el elemento que guía el proceso de ordenamiento de las alternativas, la palabra es la guía del proceso.

La computación con palabras utiliza palabras o frases del lenguaje natural, lo que hace que pueda simular los procesos cognitivos humanos para mejorar los procesos de resolución de problemas que tratan con incertidumbre. Por tanto, la computación con palabras ha sido aplicada como base computacional en toma de decisiones lingüística (Martínez *et al.* 2010), ya que proporciona herramientas cercanas a los procesos de razonamiento de los seres humanos relacionados con la toma de decisiones. Pero no sólo se ha aplicado en toma de decisiones, sino también en otros campos como aprendizaje, clasificación, base de datos, etc.

La presente investigación se centra en los procesos computacionales que se realizan en toma de decisiones lingüística donde los expertos que participan en el proceso de decisión proporcionan sus preferencias mediante información lingüística. En este caso, la salida que se obtiene tras la computación con palabras se puede clasificar en dos categorías:

- Aquella que proporciona un orden entre las alternativas definidas en el proceso de decisión, para seleccionar la mejor alternativa como solución del problema de toma de decisión.
- Y aquella que devuelve como salida un resultado lingüístico fácil de entender e interpretar por los seres humanos, que es en la que se centrará esta investigación.

En la literatura se han propuesto diferentes esquemas de computación con palabras. Tong y Bonissone (Tong *et al.* 1980) presentaron una técnica para toma de decisiones lingüística en la que se asumía que el uso de etiquetas lingüísticas con semántica difusa era adecuada para tratar la incertidumbre propia de estos problemas. También se asumía que los resultados para tomar una decisión, debían ser cuantificables en lenguaje natural, véase la Figura 5.

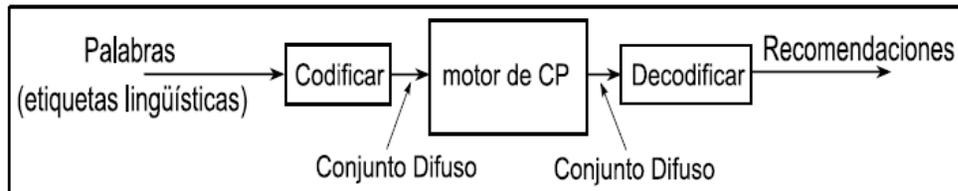


Figura 5 Esquema de computación lingüística difusa (tomado de Rodríguez Domínguez 2013).

De forma similar (Yager 1999, 2004) propuso esquemas lingüísticos para manejar incertidumbre, véase la Figura 6.

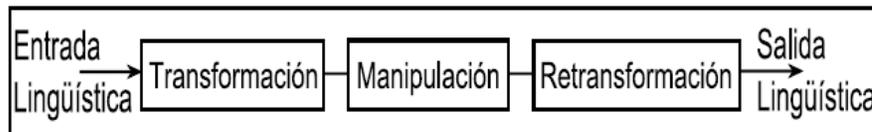


Figura 6 Esquema de computación con palabras (tomado de Rodríguez Domínguez 2013).

(Yager 1999, 2004) señala la importancia de las fases de transformación y retransformación en los procesos de computación con palabras. El primero implica transformar la información lingüística en un formato manipulable por las máquinas basado en herramientas difusas, y el segundo, consiste en convertir los resultados computacionales en información lingüística para facilitar su comprensión a los seres humanos, siendo este el principal objetivo en la computación con palabras. Por consiguiente, diferentes esquemas de computación con palabras han sido desarrollados y aplicados como base computacional para toma de decisiones lingüística.

Teniendo en cuenta las consideraciones previas y las aplicaciones de la computación con palabras en toma de decisiones lingüística, es clara la necesidad de modelos lingüísticos computacionales que permitan realizar procesos de computación con información lingüística, para obtener resultados precisos y comprensibles.

### 1.7.1. Modelos computacionales lingüísticos

El uso de información lingüística implica la necesidad de realizar procesos de computación con palabras, es decir, el uso de técnicas computacionales que tienen definidas diferentes operaciones tales como, agregación, negación, comparación, etc., sobre información lingüística (Rodríguez Domínguez 2013). En la literatura relacionada con el Enfoque Lingüístico Difuso existen distintos modelos para realizar procesos de computación con palabras. Inicialmente en el Enfoque Lingüístico Difuso se utilizaban:

- El modelo lingüístico computacional basado en el Principio de Extensión (Bonissone *et al.* 1985; Degani *et al.* 1988), también denominado modelo semántico, ya que utiliza la representación difusa de la semántica para operar.
- El modelo lingüístico computacional simbólico basado en Escalas Ordinales (Delgado *et al.* 1993).

Estos dos modelos, denominados habitualmente modelos clásicos, presentan diversas limitaciones debido a su forma de operar. Los resultados obtenidos con el modelo basado en el principio de extensión son precisos, pero difíciles de interpretar, ya que son representados mediante números difusos. Este modelo se puede hacer interpretable a costa de su precisión, es decir, el resultado se puede aproximar al término lingüístico más cercano perdiendo precisión.

Sin embargo, el modelo simbólico basado en Escalas Ordinales es fácilmente interpretable, pero presenta pérdida de información en sus procesos computacionales. Estas limitaciones y la necesidad de realizar procesos de computación con palabras han provocado mucho interés de los especialistas en los últimos años para superar dichas limitaciones (Delgado *et al.* 1993; Herrera *et al.* 2000; Dong *et al.* 2009; Li 2009; Truck *et al.* 2010).

La Figura 7 muestra la clasificación de los modelos lingüísticos computacionales que extienden los modelos simbólico y semántico (Rodríguez Domínguez 2013).

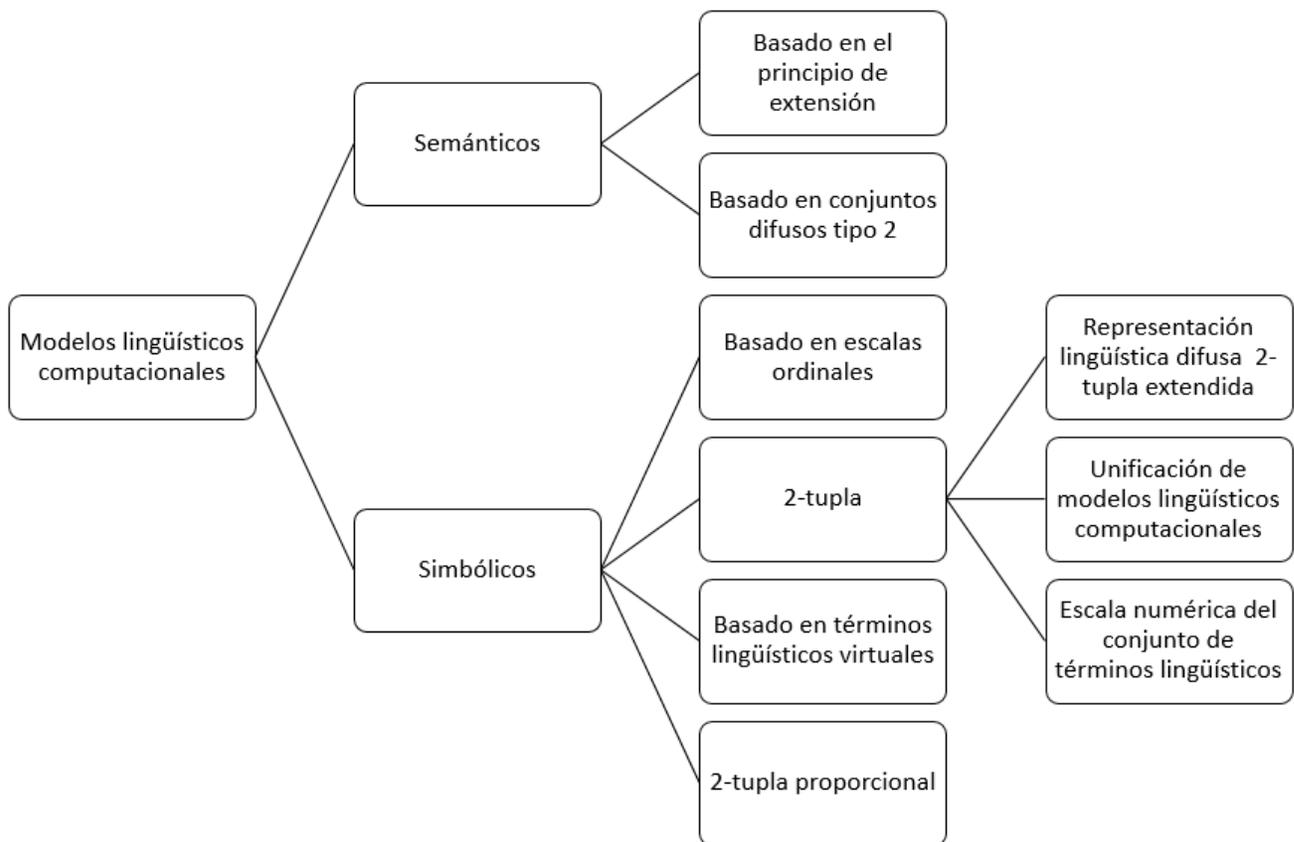


Figura 7 Clasificación de los modelos lingüísticos computacionales (elaborado a partir de Rodríguez Domínguez 2013).

El modelo lingüístico computacional basado en el principio de extensión, también denominado modelo semántico, está basado en el enfoque lingüístico difuso y representa la información lingüística mediante un conjunto de términos lingüísticos. Realiza las operaciones con palabras utilizando la aritmética difusa basada en el principio de extensión (Klir *et al.* 1995).

El uso de la aritmética difusa produce un incremento de la vaguedad en los resultados de operaciones con palabras, ya que los números difusos obtenidos de operar con etiquetas lingüísticas no suelen coincidir con los números difusos que representan la semántica de los términos lingüísticos iniciales.

El modelo lingüístico computacional basado en conjuntos difusos tipo-2 hace uso de conjuntos difusos tipo-2 para modelar valoraciones lingüísticas (Mendel 2007a). El concepto de conjunto difuso tipo-2 fue introducido como una extensión del concepto de conjunto difuso (también llamado conjunto difuso tipo-1). Estos conjuntos son conjuntos difusos cuyo grado de pertenencia es otro conjunto difuso. Por tanto, un conjunto difuso tipo-2 se utiliza cuando es difícil determinar con exactitud el grado de pertenencia de un elemento a un conjunto difuso. Este modelo basado en conjuntos difusos tipo-2 necesita aproximar el resultado obtenido a un término lingüístico mediante un operador de agregación lingüístico, produciendo pérdida de información e imprecisión en los resultados obtenidos.

Dentro de los modelos basados en escalas cardinales, se hará uso del modelo basado en la combinación convexa (Delgado *et al.* 1993) para proceder a obtener una valoración. Este mantiene una representación difusa de la información lingüística, ya que los resultados tienen asignada una sintaxis y una semántica, tal y como define el enfoque lingüístico difuso. Realiza normalmente un proceso de aproximación en los resultados obtenidos en la agregación, ya que no coinciden con ninguna etiqueta del conjunto de términos lingüísticos. Esto produce pérdida de información y por tanto, falta de precisión en los resultados finales. Obtiene resultados fáciles de entender ya que tienen sintaxis y semántica asignada.

El modelo 2-tuplas (Herrera *et al.* 2000) mantiene la representación difusa de la información lingüística, por lo que los resultados obtenidos tienen una sintaxis y semántica definidas siguiendo el enfoque lingüístico difuso. Sólo puede obtener valores dentro del universo de discurso de la variable, y garantiza precisión cuando el conjunto de etiquetas es simétrico y uniformemente distribuido. Obtiene resultados cualitativos fáciles de entender e interpretar.

El modelo virtual (Xu 2006) obtiene resultados numéricos que pueden estar fuera del universo del discurso, por lo que no pueden ser representados lingüísticamente, ya que no tienen asignadas ninguna semántica ni sintaxis. Por tanto, no mantiene la base del enfoque lingüístico difuso (Tong *et al.* 1980; Yager 1999). Es preciso en cualquier conjunto de etiquetas, ya que no utiliza semántica alguna y puede obtener valores fuera del universo del discurso de la variable lingüística. Sin embargo, obtiene valores pseudo-lingüísticos difíciles de entender porque al no tener ni sintaxis ni semántica su única utilidad es la ordenación.

El modelo 2-tuplas proporcional (Wei 2010) no mantiene una representación difusa, ya que utiliza la proporción de dos etiquetas lingüísticas consecutivas para representar el resultado. Sólo puede obtener valores dentro del universo de discurso, y garantiza la precisión aunque el conjunto de etiquetas no sea simétrico ni uniformemente distribuido. El modelo 2-tuplas proporcional es interpretable, pero algo más complejo que el modelo 2-tuplas, ya que utiliza cuatro valores para representar una única valoración.

De este análisis se destaca que solo el modelo basado en la combinación convexa y el modelo de representación lingüístico 2-tuplas siguen la base del enfoque lingüístico difuso, ya que mantienen una sintaxis y una semántica difusa al representar y operar con términos lingüísticos. Sin embargo, el modelo de representación lingüístico 2-tuplas tiene mejores resultados respecto a precisión, por lo que de los dos modelos, el modelo lingüístico 2-tuplas es más apropiado para el tratamiento de la incertidumbre, y cercano al modelo cognitivo de los seres humanos.

Teniendo en cuenta este análisis comparativo de los modelos de toma de decisiones propuestos, en esta investigación para realizar los procesos de computación con palabras se utilizará el modelo de representación lingüístico 2-tuplas.

### **1.8. Conclusiones parciales**

Tras abordar los principales elementos teóricos sobre equipos de trabajo, su composición y algunos modelos que permiten evaluar esta composición, se puede afirmar que la correcta definición de los criterios para la evaluación de la composición de los equipos de desarrollo de software constituye un elemento importante para arribar a resultados satisfactorios.

Los métodos de evaluación de equipos analizados no tienen en cuenta la incertidumbre y ambigüedad que vienen implícitas en un proceso de emisión de valoraciones a partir de la propia percepción humana, y no todos valoran los elementos técnicos necesarios en un equipo de desarrollo de software.

Dada la propia naturaleza de los criterios, la medición de estos se realiza de forma cualitativa, elemento que propicia la introducción de modelos computacionales lingüísticos asociados a la computación con palabras.

Se define el modelo de representación lingüística 2-tuplas como el modelo computacional a utilizar en la propuesta de solución dada sus características de trabajo con información lingüística y su alto nivel de precisión en el tratamiento de la incertidumbre.

## **2. MÉTODO DE EVALUACIÓN DE LA COMPOSICIÓN DE EQUIPOS DE DESARROLLO DE SOFTWARE**

### **2.1 Introducción**

La evaluación de la composición de los equipos de desarrollo de software, atendiendo a un estudio de los modelos existentes y a los elementos que los principales autores identifican como esenciales para la evaluación, es un aspecto importante. Esta evaluación es llevada a cabo aplicando métodos computacionales de computación con palabras, específicamente haciendo uso del enfoque lingüístico difuso 2-tupla. Estos dos elementos son presentados en la propuesta de solución como un método para la evaluación de la composición de equipos de desarrollo de software mediante computación con palabras, que será presentado como objetivo principal de este capítulo.

Con este objetivo se detallan los principales elementos que componen la propuesta. Se parte de la definición del propio modelo, para luego describir el marco de evaluación, explicar cómo se debe hacer la recogida de las preferencias de los evaluadores, la transformación de esta información a 2-tuplas lingüísticas, su procesamiento y finalmente la valoración de los resultados. Estas tres últimas actividades se llevan a cabo aplicando los métodos establecidos en el modelo de representación lingüística con 2-tuplas. Por último se arriban a conclusiones parciales.

### **2.2 Método de evaluación de la composición de equipos de proyectos de desarrollo de software**

En el capítulo anterior fueron definidos elementos que deben ser valorados para evaluar la composición de un equipo. Estos elementos fueron el balance de conocimientos, de habilidades, de capacidades, los modos de actuación de sus integrantes, la interdependencia, la responsabilidad compartida, los objetivos compartidos, la estabilidad del equipo y los niveles de comunicación. Con el objetivo de facilitar su comprensión por parte de los evaluadores, se elaboran a partir de ellos las siguientes sentencias:

1. Balance de conocimientos técnicos de los miembros del equipo.
2. Balance de habilidades de los miembros del equipo.
3. Balance de capacidades de los miembros del equipo.
4. Modos de actuación de los miembros del equipo para su organización.
5. Interdependencia del equipo de desarrollo con los restantes equipos de la organización y con la organización misma.
6. Responsabilidad compartida con el cumplimiento de las metas fijadas.
7. Asimilación de objetivos compartidos dentro del equipo de desarrollo.
8. Estabilidad de los miembros del equipo de desarrollo.
9. Correcta comunicación a lo interno del equipo de desarrollo.

Es importante señalar que estos son los criterios que se establecen como propuesta base para evaluar la composición de un equipo de desarrollo de software. Al momento de aplicar el método a un equipo

o estructura organizativa en específico, deben valorarse sus particularidades y se pueden agregar nuevos criterios o modificar los existentes. Los tres primeros aspectos se refieren a los aspectos técnicos que el equipo de desarrollo de software debe poseer para poder cumplir con calidad los objetivos del proyecto. Los restantes están más asociados a los modos de actuación y la cultura organizacional del equipo o la estructura organizativa.

Las valoraciones sobre los criterios de la composición del equipo de desarrollo serán expuestas por varios especialistas, que pueden ser definidos en primer lugar por el propio equipo de desarrollo y en adición por personal vinculado a sus funciones. Entiéndase como personal vinculado a las funciones del equipo a directivos, administrativos, asesores, colegas y clientes que interactúan con el equipo de desarrollo durante el pleno ejercicio de sus funciones. Téngase además presente que en el contexto del desarrollo de software, es común encontrar como miembros de equipos de desarrollo y por ende como personal vinculado a ellos, a desarrolladores muy jóvenes.

Estas valoraciones se emitirán sobre la base de la propia percepción de los evaluadores, por lo que, según sus niveles de formación y conocimiento, pueden ser desiguales aun siendo evaluadas en la misma escala. Se presupone entonces dos elementos importantes en la selección de los evaluadores. El primero es el nivel de conocimiento que debe tener el evaluador sobre las características y funcionamiento del equipo de trabajo a evaluar. El segundo, y dependiendo del primero, asociado a la cantidad de evaluadores para cada equipo, pues mientras más criterios puedan ser recogidos, mayor será la precisión del resultado.

Siendo este entonces un problema de toma de decisiones multicriterio (se evalúan varios criterios que inciden en la evaluación de la composición de los equipos de desarrollo de software), multiexperto (las valoraciones son emitidas por un conjunto de evaluadores) y bajo un ambiente de incertidumbre (las valoraciones son emitidas de modo cualitativo, no cuantificable, que varía en dependencia de los conocimientos y experiencia de los evaluadores) , se procede entonces a modelar el método siguiendo el esquema básico de resolución de problemas de toma de decisiones que se muestra en la Figura 8.

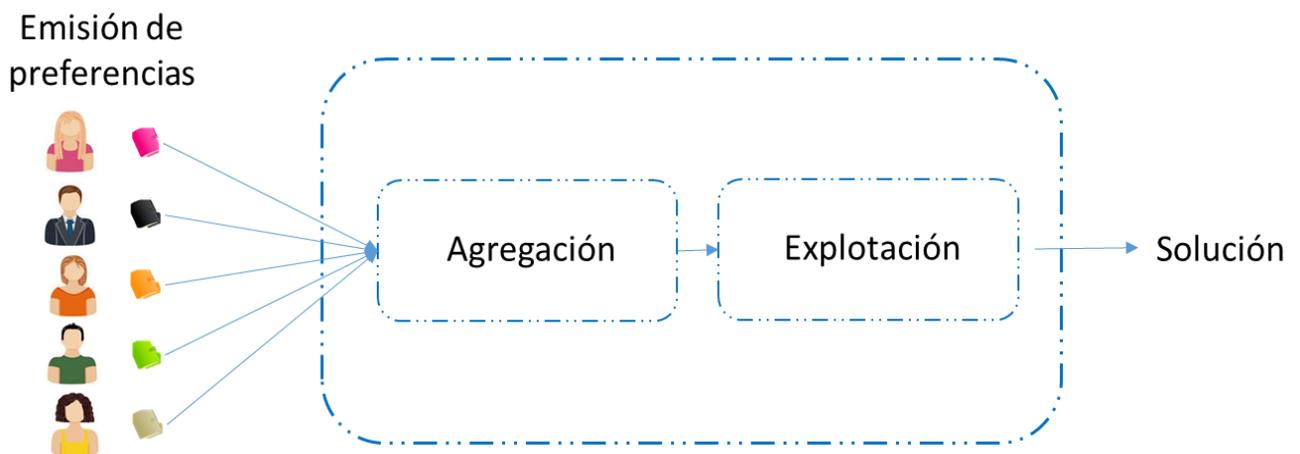


Figura 8 Proceso de resolución de un problema de toma de decisiones (elaborado a partir de Zulueta Véliz 2014).

En este esquema se puede apreciar una primera etapa que es utilizada para recopilar las preferencias o valoraciones de los evaluadores. Las preferencias deben ser recopiladas según se defina. Es antes de este momento que debe especificarse el marco de evaluación del problema, que identifique los equipos de desarrollo a evaluar, los evaluadores y demás elementos que son necesarios precisar como entradas del método.

Con las preferencias ya recopiladas se realiza una fase que tiene como objetivo la agregación de la información facilitada por los evaluadores. El resultado de la agregación facilita una valoración global sobre los diferentes criterios facilitando la toma de decisiones. En la presente investigación, esa fase se realiza en cuatro etapas (la primera para obtener el valor colectivo de los criterios por equipo, la segunda para calcular el valor colectivo de los criterios por cada unidad organizativa, la tercera para obtener la evaluación de la composición de cada equipo y la cuarta para calcular la evaluación de la composición de los equipos en la unidad organizativa), constituyendo así una agregación multietapa.

Luego se debe realizar una fase de explotación, con el objetivo de seleccionar la mejor alternativa a partir de los valores colectivos y la definición de un criterio de selección, que permita establecer un orden de mérito entre el conjunto de alternativas al problema. En el método que se propone no es necesario llevar a cabo la selección de la mejor alternativa, porque no se evalúan alternativas, por tanto, no se efectúa una fase de explotación propiamente dicha, en su lugar, se ejecuta la valoración de los resultados. Aunque si pueden organizarse los resultados en forma de ranking si se considera. Esta etapa arroja como resultados las evaluaciones resultantes de la etapa de agregación con las valoraciones asociadas a su análisis.

Partiendo de lo anterior se propone un método a modo de propuesta de solución de la investigación como se establece en la Figura 9.

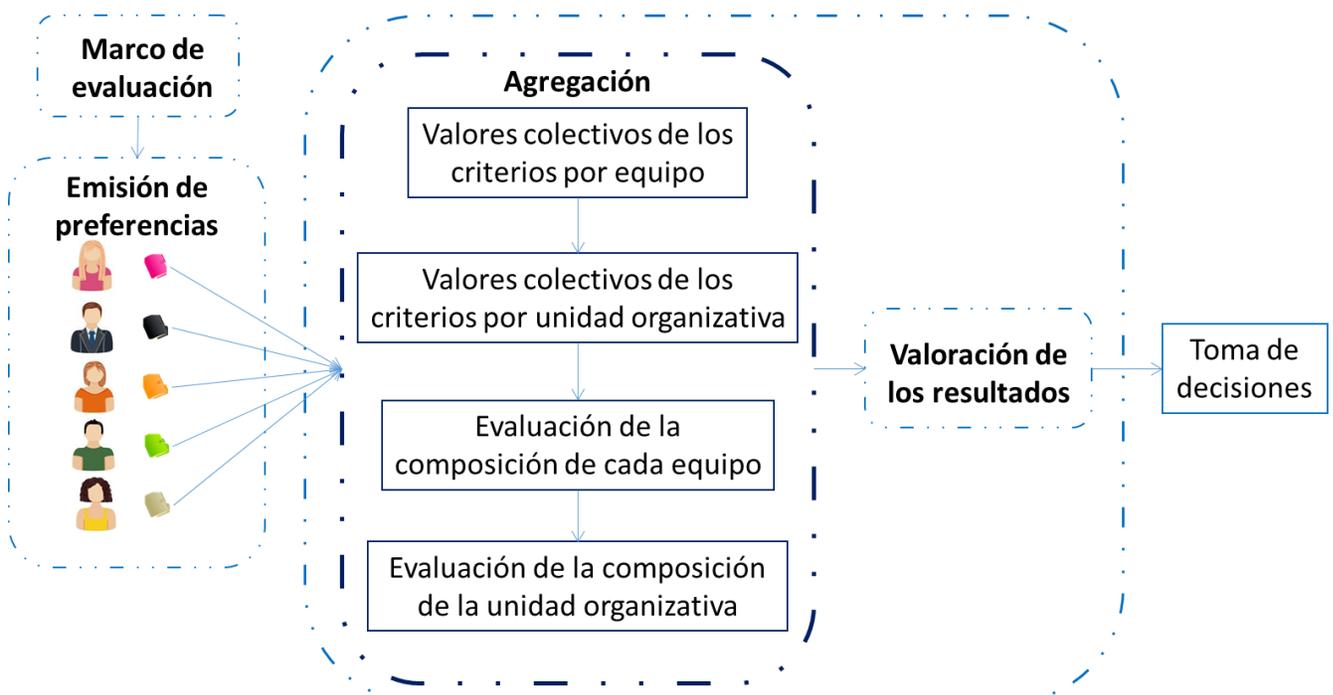


Figura 9 Estructura del método de evaluación de la composición de equipos de proyectos de desarrollo de software.

## 2.3 Definición del marco para la evaluación

Como paso inicial, se debe comenzar por la definición de los que participarán como evaluadores en el proceso. Esta selección debe hacerse de entre los miembros del equipo de desarrollo y de los involucrados con el trabajo del equipo en evaluación.

- Dentro de los miembros del equipo se pueden seleccionar a uno o a todos ellos, sus criterios no serán necesariamente los mismos, pues cada individuo tiene su propia percepción de una misma situación. Se sugiere la selección de todo el equipo de desarrollo como evaluadores del trabajo de su propio equipo.
- De entre los involucrados con el trabajo del equipo, se debe seleccionar a aquellos que tienen mayor relación con su desempeño. Es significativo que en su selección, se traten de identificar a aquellos que puedan aportar opiniones concretas sobre el desempeño del equipo, por encima del desempeño de las individualidades. La principal fuente de selección la constituyen los directivos, administrativos, asesores, colegas y clientes.

En el marco de evaluación, se identifican a los evaluadores como el conjunto  $E = \{e_1; \dots ; e_n\}$  donde el número de evaluadores  $n \geq 2$ .

A la hora de evaluar un equipo de trabajo, los evaluadores pueden emitir sus preferencias sobre varios equipos a la vez, se define entonces  $A = \{a_1; \dots ; a_m\}$  como el conjunto de los equipos que son evaluados. Estos conjuntos en la práctica pueden representar unidades organizativas como se muestra en la Figura 10.



Figura 10 Pertenencia de los equipos a las unidades organizativas.

Los evaluadores deben emitir sus criterios sobre la composición del equipo de desarrollo de software en cuestión sobre la base de los nueve criterios ya definidos anteriormente y que en el marco de evaluación se identifican como el conjunto  $C = \{c_1; \dots, c_9\}$ . Donde cada elemento del conjunto representa directamente un criterio en el orden que a continuación se detalla:

$c_1$  = balance de conocimientos;

$c_2$  = balance de habilidades;

$c_3$  = balance de capacidades;

$c_4$  = modos de actuación de sus integrantes;

$c_5$  = interdependencia;

$c_6$  = responsabilidad compartida;

$c_7$  = objetivos compartidos;

$c_8$  = estabilidad del equipo;

$c_9$  = niveles de comunicación.

Cabe destacar que este conjunto de criterios debe definirse en función de la cantidad de aspectos que se decidan utilizar a la hora de aplicar el método. De modo que  $C = \{c_1; \dots, c_i\}$  donde  $i$  es la cantidad de atributos a evaluar.

Para que los evaluadores puedan expresar con facilidad su percepción y conocimiento, es necesario que disponga de un conjunto apropiado de descriptores lingüísticos. Un aspecto muy importante que es necesario analizar con el fin de establecer la descripción de una variable lingüística es la granularidad de la incertidumbre (Bonissone *et al.* 1985), es decir, la cardinalidad del conjunto de términos lingüísticos usado para expresar y representar la información.

Se dice que un conjunto de términos lingüísticos tiene una granularidad baja o un tamaño de grano grueso cuando la cardinalidad del conjunto de etiquetas lingüísticas es pequeña. Esto significa que el dominio está poco aprisionado y que existen pocos niveles de distinción de la incertidumbre, produciéndose una pérdida de expresividad. Por otro lado, una granularidad alta o un tamaño de grano fino cuando la cardinalidad del conjunto de etiquetas lingüísticas es alta. Esta situación puede provocar un aumento de la complejidad en la descripción del dominio (García Cascales 2009).

La cardinalidad de un conjunto de términos lingüísticos no debe ser demasiado pequeña como para imponer una restricción de precisión a la información que quiere expresar cada fuente de información, y debe ser lo suficientemente grande como para permitir hacer una discriminación de las valoraciones en un número limitado de grados. Habitualmente, la cardinalidad usada en los modelos lingüísticos suele ser un valor impar como cinco, siete o nueve, no superando las 11 o 13 etiquetas. El término medio representa una valoración de aproximadamente 0.5 y el resto de los términos se distribuyen alrededor de este (Bonissone *et al.* 1985).

Una vez establecida la cardinalidad, se aplicará un mecanismo para generar la sintaxis de los términos lingüísticos. Existen dos enfoques para esto, el primero define la sintaxis a partir de una gramática libre de contexto y el segundo utiliza una escala con un orden total definido (Espinilla Estévez 2009). Una alternativa para reducir la complejidad de definir una gramática consiste en dar directamente un conjunto de términos distribuidos sobre una escala con un orden total definido.

En el caso de la presente investigación, se considera el conjunto de siete etiquetas  $T(H) = \{N; MB; B; M; A; MA; E\}$  donde:

$s_0 = N = \text{Nada}$

$s_1 = MB = \text{Muy Bajo}$

$s_2 = B = \text{Bajo}$

$s_3 = M = \text{Medio}$

$s_4 = A = \text{Alto}$

$s_5 = MA = \text{Muy Alto}$

$s_6 = E = \text{Excelente}$

En este conjunto  $s_i < s_j$  si y sólo si  $i < j$ . En estos casos, es necesario que el conjunto de términos lingüísticos satisfagan las siguientes condiciones adicionales:

- Existe un operador de negación.  $Neg(s_i) = s_j, j = g - i$  ( $g + 1$  es la cardinalidad de  $T(H)$ ).
- Tiene un operador de maximización:  $\max(s_i; s_j) = s_i$  si  $s_i \geq s_j$ .
- Tiene un operador de minimización:  $\min(s_i; s_j) = s_i$  si  $s_i \leq s_j$ .

Existen algunos enfoques para definir la semántica del conjunto de etiquetas lingüísticas, siendo uno de los más utilizados el enfoque basado en funciones de pertenencia (Zulueta Véliz 2014). Este enfoque define la semántica del conjunto de términos lingüísticos utilizando números difusos en el intervalo  $[0,1]$ , donde cada número difuso es descrito por una función de pertenencia (Kacprzyk *et al.* 2010). Un método eficiente desde un punto de vista computacional para caracterizar un número difuso es usar una representación basada en parámetros de su función de pertenencia (Bonissone 1980).

Un caso particular de este tipo de representación son las funciones de pertenencia triangulares. La Figura 11 muestra la semántica de una variable lingüística que evalúa la altura de una persona utilizando números difusos definidos por funciones de pertenencia triangulares.

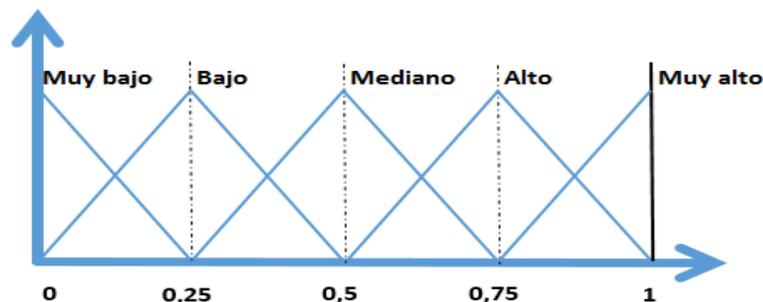


Figura 11 Definición semántica de la variable lingüística altura usando funciones de pertenencia triangulares (elaborado a partir de Espinilla Estévez 2009).

Este enfoque implica establecer las funciones de pertenencia asociadas a cada etiqueta. Aplicando estos conceptos al conjunto de etiquetas definidos anteriormente, se obtiene una definición semántica como se muestra en la Figura 12.

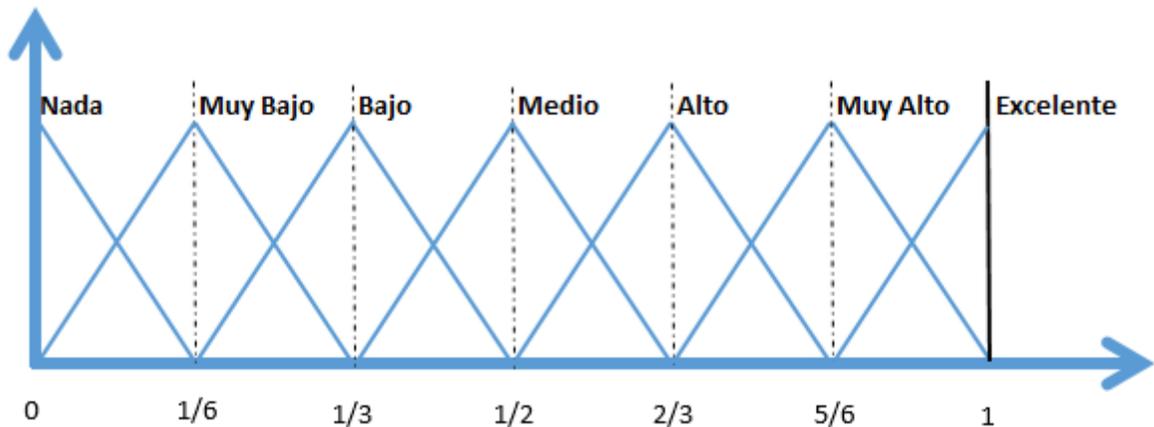


Figura 12 Semántica del conjunto de etiquetas de la propuesta de solución.

A partir de la Figura 12 se establecen entonces las funciones de pertenencia asociadas a cada etiqueta del conjunto  $T(H) = \{N; MB; B; M; A; MA; E\}$  donde:

$$s_0 = \text{Nada} = (0, 0, 1/6)$$

$$s_1 = \text{Muy Bajo} = (0, 1/6, 1/3)$$

$$s_2 = \text{Bajo} = (1/6, 1/3, 1/2)$$

$$s_3 = \text{Medio} = (1/3, 1/2, 2/3)$$

$$s_4 = \text{Alto} = (1/2, 2/3, 5/6)$$

$$s_5 = \text{Muy Alto} = (2/3, 5/6, 1)$$

$$s_6 = \text{Excelente} = (5/6, 1, 1)$$

## 2.4 Recogida de las preferencias de los especialistas

Para la recogida de la información, se utiliza la técnica de encuesta. Este instrumento es diseñado definiéndose una pregunta por cada criterio de evaluación y se le solicita al evaluador que emita su valoración utilizando la escala de las siete etiquetas definidas en el marco de evaluación. Esto va a facilitar el procesamiento de la información.

Previo a la aplicación del instrumento, debe explicársele a los evaluadores cada una de las preguntas de la encuesta, a que se refiere cada elemento y que su opinión debe darla teniendo en cuenta el

desempeño del equipo como un todo y no inclinándose por las características individuales de sus integrantes. Es importante además que los evaluadores conozcan previamente en que consiste el método de evaluación y el objetivo de su aplicación.

En especial deben explicarse a los evaluadores los tres primeros criterios de evaluación, correspondientes a los elementos técnicos que deben valorarse. Al emitir sus preferencias, deben tener en cuenta entre otros aspectos:

- La experticia que los integrantes del equipo poseen sobre el desarrollo con las tecnologías, lenguajes, herramientas, arquitectura y cualquier otro elemento con el que se trabaje en el desarrollo del proyecto.
- Las preferencias a los roles de trabajo dentro del equipo según la metodología de desarrollo.
- Los conocimientos y experiencias en el desempeño de los roles técnicos y profesionales.
- La experiencia en el trabajo con los artefactos definidos en la metodología que se utiliza.
- Las habilidades profesionales necesarias para llevar a cabo, con creatividad y de forma autónoma, el desarrollo del producto software.
- Las competencias genéricas y específicas que deben caracterizar a los integrantes de equipos de desarrollo de software.

La encuesta utilizando los criterios de evaluación definidos a partir de la bibliografía consultada es mostrada a continuación:

Estimado evaluador:

Sobre la base de valorar la composición del equipo de desarrollo del proyecto \_\_\_\_\_ como un todo, le solicitamos emita su criterio sobre los siguientes elementos. En cada caso puede marcar una sola preferencia (x).

1. Balance de conocimientos técnicos de los miembros del equipo.

Nada     Muy Bajo     Bajo     Medio     Alto     Muy Alto     Excelente

2. Balance de habilidades de los miembros del equipo.

Nada     Muy Bajo     Bajo     Medio     Alto     Muy Alto     Excelente

3. Balance de capacidades de los miembros del equipo.

Nada     Muy Bajo     Bajo     Medio     Alto     Muy Alto     Excelente

4. Modos de actuación de los miembros del equipo para su organización.

Nada     Muy Bajo     Bajo     Medio     Alto     Muy Alto     Excelente

5. Interdependencia del equipo de desarrollo con los restantes equipos de la organización y con la organización misma.

Nada     Muy Bajo     Bajo     Medio     Alto     Muy Alto     Excelente

6. Responsabilidad compartida con el cumplimiento de las metas fijadas.  
 \_\_\_ Nada    \_\_\_ Muy Bajo    \_\_\_ Bajo    \_\_\_ Medio    \_\_\_ Alto    \_\_\_ Muy Alto    \_\_\_ Excelente
7. Asimilación de objetivos compartidos dentro del equipo de desarrollo.  
 \_\_\_ Nada    \_\_\_ Muy Bajo    \_\_\_ Bajo    \_\_\_ Medio    \_\_\_ Alto    \_\_\_ Muy Alto    \_\_\_ Excelente
8. Estabilidad de los miembros del equipo de desarrollo.  
 \_\_\_ Nada    \_\_\_ Muy Bajo    \_\_\_ Bajo    \_\_\_ Medio    \_\_\_ Alto    \_\_\_ Muy Alto    \_\_\_ Excelente
9. Comunicación a lo interno del equipo de desarrollo.  
 \_\_\_ Nada    \_\_\_ Muy Bajo    \_\_\_ Bajo    \_\_\_ Medio    \_\_\_ Alto    \_\_\_ Muy Alto    \_\_\_ Excelente

Muchas gracias por su contribución.

Esta información puede ser descrita utilizando la estructura de representación de preferencias de vector de utilidad. Los vectores de utilidad han sido un formato de representación de preferencias muy utilizado en la literatura clásica (Espinilla Estévez 2009). En este caso, las preferencias de un evaluador  $e_n \in E$ , sobre el conjunto de criterios  $C$  evaluando el equipo  $a_m$ , se describen mediante un vector de utilidad  $U_m^{nc} = \{u_1^{n1}, \dots, u_m^{n9}\}$ . Para su procesamiento se especifica toda la información emitida por los expertos en una tabla de preferencias de evaluadores, como se muestra en la Tabla 4, que contiene todos los vectores de utilidad.

Tabla 4 Preferencias de los evaluadores.

Evaluadores	Criterios	Equipo $a_1$	...	Equipo $a_m$
$e_1$	$C_1$	$u_1^{11}$	...	$u_m^{11}$
	.	.	.	.
	.	.	.	.
	.	.	.	.
	$C_9$	$u_1^{19}$	...	$u_m^{19}$
...	...	...	...	...
$e_n$	$C_1$	$u_1^{n1}$	...	$u_m^{n1}$
	.	.	.	.
	.	.	.	.
	.	.	.	.
	$C_9$	$u_1^{n9}$	...	$u_m^{n9}$

## 2.5 Transformación de los criterios de los expertos a 2-tuplas lingüísticas

El modelo de representación lingüístico basado en 2-tuplas fue presentado en (Herrera *et al.* 2000) para mejorar los problemas de pérdida de información en los procesos de computación con palabras de otros modelos: el Modelo basado en el principio de extensión (Degani *et al.* 1988) y el Modelo simbólico (Delgado *et al.* 1992). Este modelo se basa en el concepto de traslación simbólica.

El modelado lingüístico difuso basado en 2-tuplas (Herrera *et al.* 2001) es un tipo de modelado lingüístico difuso que permite reducir la pérdida de información que habitualmente se produce en los modelados lingüísticos difusos clásicos. Esta pérdida de información, que provoca una falta de precisión en los resultados, se debe al propio modelo de representación puesto que opera con valores discretos sobre un universo de discurso continuo. La principal ventaja del modelo computacional lingüístico basado en 2-tuplas, es que permite realizar procesos de computación con palabras de forma sencilla y además, sin pérdida de información, puesto que utiliza un modelo continuo de representación de la información.

Resumiendo lo anterior se puede decir que las diferentes ventajas de este modelo para representar la información lingüística con respecto a los modelos clásicos, son las siguientes:

- El dominio lingüístico puede ser tratado como continuo, mientras que en los modelos clásicos son tratados como discreto.
- El modelo computacional lingüístico basado en 2-tuplas lleva a cabo un proceso de computación con palabras sencillo y sin pérdida de información.
- El resultado del proceso de computación con palabras está siempre expresado en el dominio lingüístico inicial.

Sea  $S = \{s_0, \dots, s_g\}$  un conjunto de términos lingüísticos, y  $\beta \in [0; g]$  un valor en el intervalo de granularidad de  $S$ . La traslación simbólica de un término lingüístico  $s_i$  es un número valorado en el intervalo  $[-.5; .5)$  que expresa la diferencia de información entre una cantidad de información expresada por el valor  $\beta \in [0; g]$  obtenido en una operación simbólica y el valor entero más próximo,  $i \in \{0; \dots; g\}$ , que indica el índice de la etiqueta lingüística ( $s_i$ ) más cercana en  $S$ .

A partir de este concepto, se presentó un nuevo modelo de representación para la información lingüística, el cual usa como base de representación un par de valores o 2-tupla,  $(s_i; \alpha_i)$ , donde  $s_i \in S$  y  $\alpha_i \in [-.5; .5)$ . Este modelo de representación define un conjunto de funciones que facilitan las operaciones sobre 2-tuplas.

Sea  $S = \{s_0, \dots, s_g\}$  un conjunto de términos lingüísticos y  $\beta \in [0; g]$  un valor que representa el resultado de una operación simbólica entonces las 2-tuplas lingüísticas que expresan la información equivalente a  $\beta$  se obtiene usando la siguiente función, donde  $\text{round}$  es el operador usual de redondeo,  $s_i$  es la etiqueta con índice más cercano a  $\beta$  y  $\alpha$  es el valor de la traslación simbólica.

$$\Delta: [0; g] \rightarrow S \times [-.5; .5)$$

$$\Delta(\beta) = (s_i, \alpha), \text{ con } \begin{cases} s_i, i = \text{round}(\beta) \\ \alpha = \beta - i, \quad \alpha \in [-.5; .5) \end{cases} \quad (I)$$

Conviene señalar que  $\Delta$  es biyectiva y  $\Delta^{-1}: S \times [-.5; .5) \rightarrow [0; g]$  es definida como  $\Delta^{-1}(s_i; \alpha) = i + \alpha$ . En este sentido, las 2-tuplas  $S \times [-.5; .5)$  queda identificada con un valor en el intervalo  $[0; g]$ .

Dado que en la propuesta de solución todos los criterios son emitidos sobre un mismo conjunto de etiquetas lingüísticas, la transformación de las preferencias se realiza de forma directa asumiendo que la traslación simbólica del valor otorgado es igual a cero. De manera que al emitir una valoración  $s_i$  se puede realizar la transformación asumiendo que  $a = 0$ , quedando la 2-tuplas lingüísticas de  $s_i$  como  $(s_i, 0)$ .

Para una mejor aplicación de este método, se especifica la relación entre preferencias lingüísticas y su par en 2-tuplas, como se aprecia en la Tabla 5.

Tabla 5 Conversión de las preferencias a 2-tuplas lingüísticas.

Preferencia lingüística	Transformación a 2-tuplas lingüísticas
<b>N</b>	(N,0)
<b>MB</b>	(MB,0)
<b>B</b>	(B,0)
<b>M</b>	(M,0)
<b>A</b>	(A,0)
<b>MA</b>	(MA,0)
<b>E</b>	(E,0)

Como resultado de este paso se deben transformar todas las preferencias de los evaluadores a un término lingüístico 2-tuplas como se muestra en la Tabla 6. Dejando de este modo la información lista para la etapa de agregación que se desarrolla a continuación.

Tabla 6 Preferencias de los evaluadores en 2-tuplas lingüísticas.

Evaluadores	Criterios	Equipo $a_1$	Equipo $a_m$
<b>e<sub>1</sub></b>	C <sub>1</sub>	$(s_i; a_i)_1^{11}$	$(s_i; a_i)_m^{11}$
	.	.	.
	.	.	.
	C <sub>9</sub>	$(s_i; a_i)_1^{19}$	$(s_i; a_i)_m^{19}$
...	...	...	...
<b>e<sub>n</sub></b>	C <sub>1</sub>	$(s_i; a_i)_1^{n1}$	$(s_i; a_i)_m^{n1}$
	.	.	.
	.	.	.
	C <sub>9</sub>	$(s_i; a_i)_1^{n9}$	$(s_i; a_i)_m^{n9}$

## 2.6 Agregación según modelo computacional 2-tuplas

Esta fase tiene como objetivo fundamental obtener valoraciones colectivas a partir de valoraciones individuales mediante el uso de operadores de agregación. Para obtener resultados aceptables en el proceso de agregación es necesario considerar operadores que cumplan ciertas propiedades. Se lleva

a cabo a partir de las preferencias individuales de los expertos sobre el conjunto de alternativas para obtener una preferencia global, que agrega sus propiedades. El problema de la agregación de información ha sido estudiado en profundidad y existe gran cantidad de publicaciones al respecto (Espinilla Estévez 2009).

El modelo de representación de información lingüística basado en 2-tuplas lingüísticas tiene un modelo computacional asociado que permite tanto la agregación de 2-tuplas como la comparación entre pares de 2-tuplas. En primer lugar, los operadores de agregación utilizados asignarán una 2-tuplas lingüística a cada conjunto de 2-tuplas lingüísticas y después los resultados podrán ser ordenados (de Andrés Calle 2009).

La agregación de información consiste en obtener un valor que resuma un conjunto de valores, por lo que el resultado de la agregación de un conjunto de 2-tuplas debe ser una 2-tupla. A lo largo de la literatura se encuentran numerosos operadores de agregación que permiten combinar la información de acuerdo a distintos criterios. Cualquiera de estos operadores ya existentes puede ser fácilmente extendido para trabajar con 2-tuplas, usando funciones  $\Delta$  y  $\Delta^{-1}$  que transforman valores numéricos en 2-tuplas y viceversa sin pérdida de información. Algunos ejemplos de estos operadores son los siguientes:

Operador de media aritmética: siendo  $x = \{(s_1, a_1); \dots; (s_n, a_n)\}$  un conjunto de 2-tuplas lingüísticas, la 2-tuplas que simboliza la media aritmética  $\bar{x}^{\varepsilon}$ , se calcula de la siguiente forma:

$$\bar{x}^{\varepsilon}[(s_1, a_1), \dots, (s_n, a_n)] = \Delta \left( \sum_{i=1}^n \frac{1}{n} \Delta^{-1}(s_i, a_i) \right) = \Delta \left( \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \beta_i \right), \text{ con } \beta_i = \Delta^{-1}(s_i, a_i) \quad (II)$$

Operador de media ponderada: siendo  $x = \{(s_1, a_1); \dots; (s_n, a_n)\}$  un conjunto de 2-tuplas lingüísticas y  $W = \{w_1, \dots, w_n\}$  un vector numérico con sus pesos asociados, la 2-tuplas que simboliza la media ponderada  $\bar{x}^{\omega}$ , es:

$$\bar{x}^{\omega}[(s_1, a_1), \dots, (s_n, a_n)] = \Delta \left( \frac{\sum_{i=1}^n \Delta^{-1}(s_i, a_i) * w_i}{\sum_{i=1}^n w_i} \right) = \Delta \left( \frac{\sum_{i=1}^n \beta_i * w_i}{\sum_{i=1}^n w_i} \right), \text{ con } \beta_i = \Delta^{-1}(s_i, a_i) \quad (III)$$

Operador de media ponderada lingüística: siendo  $x = \{(s_1, a_1); \dots; (s_n, a_n)\}$  un conjunto de 2-tuplas lingüísticas y  $W = \{(w_1, a_1^w), \dots, (w_n, a_n^w)\}$  sus pesos asociados representados mediante 2-tuplas lingüísticas, la 2-tuplas que representa la media ponderada lingüística  $\bar{x}_l^w$ , se calcula de la siguiente manera:

$$\bar{x}_l^w [((s_i, a_i), (w_1, a_1^w)), \dots, ((s_n, a_n), (w_n, a_n^w))] = \Delta \left( \frac{\sum_{i=1}^n \beta_i * \beta_{w_i}}{\sum_{i=1}^n \beta_{w_i}} \right), \text{ con}$$

$$\beta_i = \Delta^{-1}(s_i, a_i) \text{ y } \beta_{w_i} = \Delta^{-1}(w_i, a_i^w). \quad (IV)$$

Cada operador tiene su utilidad en dependencia de las condiciones en los que se esté realizando la evaluación. El responsable de la aplicación del método debe decidir que operador utilizar en correspondencia con las características que se presenten en el momento de llevarla a cabo. Si se considera que todas las preferencias emitidas por los evaluadores y los criterios de evaluación tienen un mismo peso en el proceso, debe seleccionarse entonces el operador de media aritmética (Fórmula II), el cual realiza el cálculo asumiendo la equidad de todos los datos de entrada.

En ocasiones, es conveniente asumir que algunos evaluadores tienen mejores características y condiciones, esto establece una ponderación de algún modo a sus opiniones por encima de la de otros. En estos casos, al agregarse buscando los valores colectivos de los criterios por cada equipo de trabajo, debe utilizarse el operador de media aritmética ponderada (Fórmula III). De igual modo debe utilizarse este operador cuando al agregarse la información para obtener el valor colectivo de cada criterio por estructura organizativa se considera que los equipos pueden tener diferente ponderación. Los criterios también pueden considerarse más o menos impactantes sobre el resultado final y por consiguiente proceder a asignarles un factor de peso al calcular la evaluación de los equipos y de las estructuras organizativas. Muy importante destacar que en todos los casos esta ponderación debe ser numérica y su sumatoria igual a la unidad.

Si en cualquiera de los pasos de la agregación se valora utilizar ponderación alguna, tal como se describe en el párrafo anterior, pero otorgando esta ponderación en términos lingüísticos, entonces debe hacerse uso del operador de media ponderada lingüística (Fórmula IV).

La agregación se realizará en cuatro etapas, como se muestra en la Figura 13.

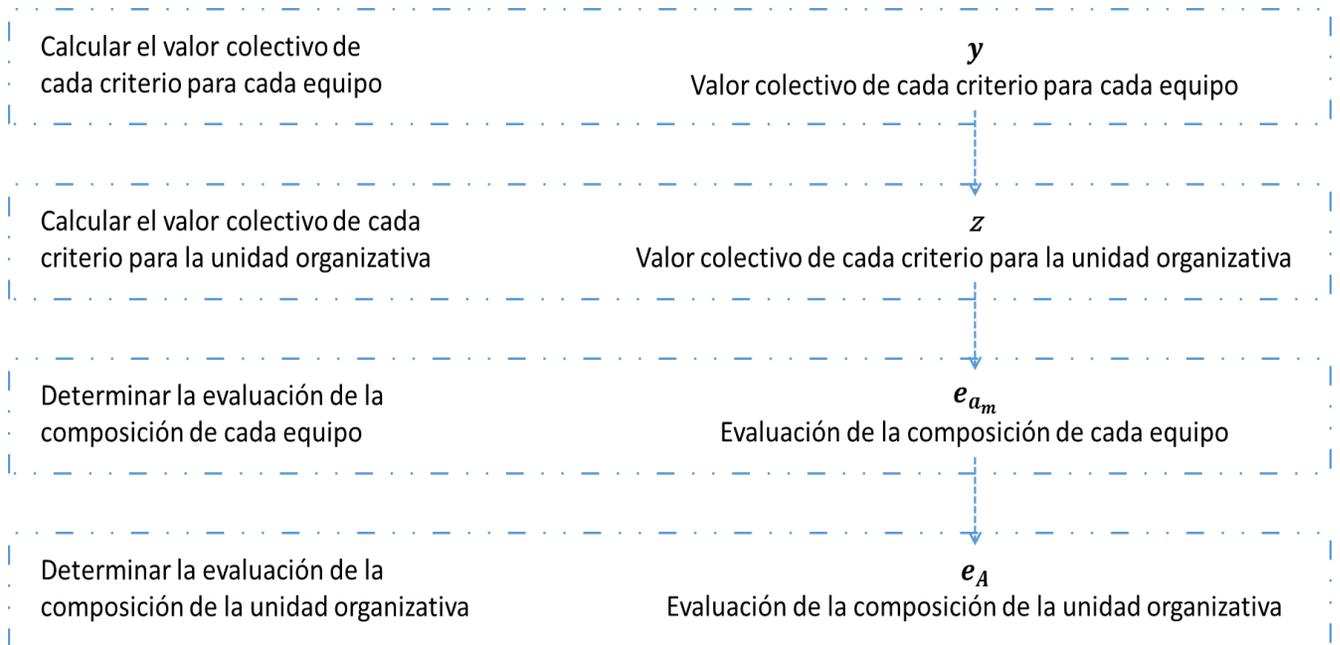


Figura 13 Etapas del proceso de agregación multietapa.

Una primera para calcular el valor colectivo de cada criterio para cada equipo ( $y$ ). La segunda para calcular el valor colectivo de cada criterio para la unidad organizativa ( $z$ ). La tercera para determinar la evaluación de la composición de cada equipo ( $e_{a_m}$ ). La última para obtener la evaluación de la composición de la unidad organizativa ( $e_A$ ).

El valor colectivo de un criterio para un equipo ( $y$ ) se calcula aplicando el operador de agregación con el que se decida trabajar según el caso (Fórmulas II, III y IV). Este valor se representa como  $y_m^c$  donde  $c$  representa el criterio y  $m$  el equipo. Se obtiene como resultado de la agregación de todas las preferencias emitidas por los evaluadores respecto al criterio  $c$  con respecto al equipo  $m$  (ver Tabla 7).

Tabla 7 Valores colectivos de cada criterio para cada equipo.

<b>Criterios</b>	<b>Equipo a<sub>1</sub></b>	<b>...</b>	<b>Equipo a<sub>m</sub></b>
<b>c<sub>1</sub></b>	$y_1^1$	...	$y_m^1$
.	.	.	.
.	.	.	.
.	.	.	.
<b>c<sub>9</sub></b>	$y_1^9$	...	$y_m^9$

El valor colectivo de un criterio para la unidad organizativa ( $z$ ) se obtiene como resultado de la agregación de todos los valores colectivos de cada criterio para cada equipo de la unidad (ver Tabla 8).

Tabla 8 Valores colectivos de cada criterio para la unidad organizativa.

<b>Criterios</b>	<b>Unidad Organizativa A</b>
<b>c<sub>1</sub></b>	$z_1$
.	.
.	.
.	.
<b>c<sub>9</sub></b>	$z_9$

La evaluación de la composición de un equipo ( $e_{a_m}$ ) se calcula a partir de la agregación de los valores colectivos de los nueve criterios del equipo (ver Tabla 9).

Tabla 9 Evaluación de la composición de los equipos.

<b>Equipo</b>	<b>Evaluación</b>
<b>a<sub>1</sub></b>	$e_{a_1}$
.	.
.	.
.	.
<b>a<sub>m</sub></b>	$e_{a_m}$

La evaluación de la composición de la unidad organizativa ( $e_A$ ) es el resultado de aplicar un operador de agregación a las evaluaciones de la composición de los equipos de la propia unidad y su resultado se expone como se muestra en la Tabla 10.

Tabla 10 Evaluación de la composición de la unidad organizativa.

Unidad Organizativa	Evaluación
A	$e_A$

## 2.7 Valoración de los resultados

A partir de los valores obtenidos en los pasos de la agregación, se puede ordenar si se desea (a forma de ranking) los valores colectivos de los criterios de un equipo, o los criterios de la unidad organizativa o los propios equipos a partir de sus evaluaciones de la composición, para generar conjuntos ordenados que faciliten su valoración.

Para cumplimentar este paso se debe aplicar el operador de comparación de 2-tuplas. La comparación de información lingüística representada por medio de 2-tuplas se realiza de acuerdo a un orden lexicográfico. Se consideran dos 2-tuplas ( $s_k; \alpha_1$ ) y ( $s_l; \alpha_2$ ) que representan cantidades de información:

- Si  $k < l$ , entonces ( $s_k; \alpha_1$ ) es menor que ( $s_l; \alpha_2$ ).
- Si  $k = l$ , entonces
  - Si  $\alpha_1 = \alpha_2$ , entonces ( $s_k; \alpha_1$ ) y ( $s_l; \alpha_2$ ) representan la misma información.
  - b) Si  $\alpha_1 < \alpha_2$ , entonces ( $s_k; \alpha_1$ ) es menor que ( $s_l; \alpha_2$ ).
  - c) Si  $\alpha_1 > \alpha_2$ , entonces ( $s_k; \alpha_1$ ) es mayor que ( $s_l; \alpha_2$ ).

Con el resultado de los criterios ordenados se puede proceder a realizar los análisis pertinentes sobre los elementos que puedan estar incidiendo en la composición de los equipos de desarrollo que han sido objeto de la evaluación.

Los valores colectivos de los criterios de un equipo le permitirán a los decisores identificar cuáles son los criterios que más inciden (positivamente y negativamente) en la cohesión del equipo, en su eficacia, eficiencia y resultados. A partir de esta información, se podrán trazar las acciones que contribuyan a mejorar la composición del equipo.

Los valores colectivos de los criterios para la unidad organizativa facilitarán identificar los aspectos en los que se debe trabajar a nivel de unidad (organización, institución, departamento, empresa) para mejorar la cohesión global. Esto podría incidir en lograr una mejor cultura organizacional y por consiguiente influir positivamente en el trabajo de los equipos y sus miembros.

La evaluación de la composición permitirán obtener un criterio de medida del estado de los equipos de trabajo y de las unidades organizativas según sea el caso y podrán compararse los equipos y las unidades organizativas. Esta comparación puede ser con otros equipos o unidades o con ellos mismos en otro momento de evaluación.

## **2.8 Conclusiones parciales**

En el presente capítulo se presentó un método para la evaluación de la composición de equipos de proyectos de desarrollo de software mediante computación con palabras. Este método parte del enfoque que se utiliza para los problemas de tomas de decisiones para su elaboración, para lo que fueron identificados cinco pasos fundamentales.

La propuesta de solución tiene como principal novedad la inclusión de métodos de computación con palabras para el trabajo asociado a la evaluación de la composición de equipos de trabajo. Esta asociación permite una mayor precisión en el procesamiento de la información pues tiene en cuenta la incertidumbre del trabajo con valoraciones cualitativas procedente de evaluadores heterogéneos.

Se concibe el método para ser aplicado, luego de una capacitación inicial, en cualquier entorno donde existan equipos de desarrollo de software. Con un soporte informático para su implementación se puede facilitar su generalización e implantación.

### 3. APLICACIÓN DEL MÉTODO Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

#### 3.1. Introducción

En el presente capítulo se tiene como principal objetivo validar la propuesta de método de evaluación de la composición de equipos de desarrollo de proyectos de software. Para este propósito se aplica la propuesta en una muestra no probabilística de los proyectos del Centro de Soluciones Libre, adscrito a la Facultad 1 de la Universidad de las Ciencias Informáticas y se valoran los resultados de su aplicación. Se realiza una comparación con los métodos de evaluación de los equipos de trabajo identificados. Finalmente se hace un análisis del impacto económico y social de la propuesta.

#### 3.2. Aplicación del método en un entorno real

##### 3.2.1. Breve caracterización del Centro de Soluciones Libres

El Centro de Soluciones Libres (CESOL) tiene como misión desarrollar un sistema operativo cubano y conducir procesos de migración a aplicaciones de código abierto, desde un modelo de integración de la formación, la investigación y el postgrado, contribuyendo así a la formación integral de profesionales comprometidos con la revolución que respondan a las necesidades del progreso científico-técnico y socio-económico del país.

Para el cumplimiento de sus objetivos está estructurado como se muestra en la Figura 14. Dirigido por un Consejo de Dirección al que se le subordinan tres departamentos. Dos departamentos son de desarrollo de software y un tercero se especializa en la conducción de la práctica profesional de los estudiantes.

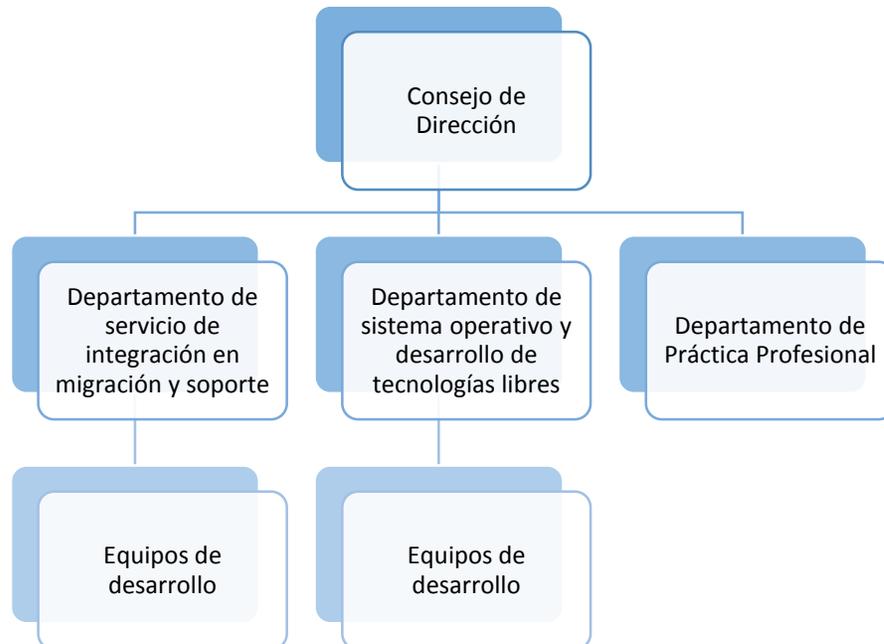


Figura 14 Estructura del Centro de Soluciones Libres.

Los departamentos de servicio de integración en migración y soporte (SIMAYS) y el de sistema operativo y desarrollo de tecnologías libres (SO), por sus funciones y composición, constituyen estructuras de interés en la presente investigación.

El centro cuenta con recursos humanos que se desempeñan en varias funciones y que en gran medida, integran los equipos de trabajo que desarrollan los proyectos de desarrollo de software. En el mes de agosto de 2014 contaba con 55 personas vinculadas al centro, de la forma que se muestra en la Figura 15. Estaban vinculados al centro, pero no necesariamente a proyectos reales, 99 estudiantes del cuarto y quinto año de la carrera de Ingeniería en Ciencias Informáticas.

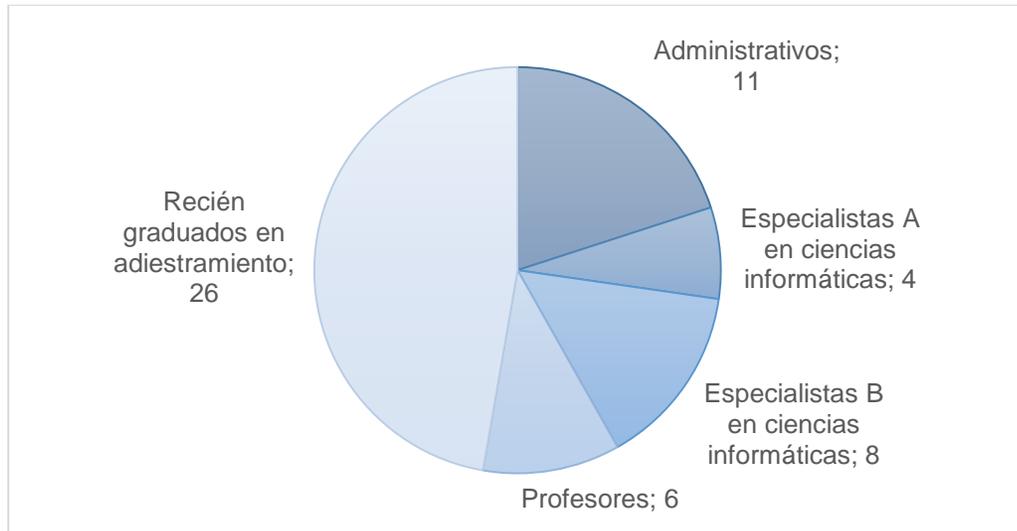


Figura 15 Recursos humanos del Centro de Soluciones Libres en agosto de 2014.

CESOL tiene ocho proyectos en ejecución, cinco de ellos en el Departamento de servicio de integración en migración y soporte y otros tres en el Departamento de sistema operativo y desarrollo de tecnologías libres, tal como se muestra en la Tabla 11.

Tabla 11 Proyectos del Centro de Soluciones Libres.

Departamento	Proyectos	Integrantes
<b>Departamento de servicio de integración en migración y soporte</b>	Consultoría en migración a código abierto de servicios telemáticos para DIVEP Pinar del Río	2
	Consultoría para la Migración a Código Abierto para ECOAIND 3	8
	Servicio de consultoría en Migración a Código abierto para BK Import-Export	2
	Servicio de Migración UCI	4
	Asesoría UJC Nacional	1
<b>Departamento de sistema operativo y desarrollo de tecnologías libres</b>	Nova Escritorio 5.0	9
	Nova Ligerio 5.0	12
	Nova Servidores 5.0	8

### 3.2.2. Síntesis de la aplicación de la propuesta en un primer momento

Fueron seleccionados como parte de la muestra para la aplicación de la propuesta de solución, los tres proyectos pertenecientes al Departamento de sistema operativo y desarrollo de tecnologías libres y dos del Departamento de servicio de integración en migración y soporte. Dada la organización interna del centro, y para facilitar los análisis en la toma de decisiones, se dividieron los proyectos en dos subconjuntos, atendiendo a los departamentos a los que pertenece.

Los equipos de trabajo seleccionados fueron Consultoría para la Migración a Código Abierto para ECOAIND 3 ( $a_1$ ), Servicio de Migración UCI ( $a_2$ ), Nova Escritorio 5.0 ( $a_3$ ), Nova Ligerio 5.0 ( $a_4$ ) y Nova Servidores 5.0 ( $a_5$ ). El centro entonces se representa como el conjunto de todos los equipos  $A = \{a_1, a_2, a_3, a_4, a_5\}$ . El Departamento de servicio de integración en migración y soporte se representa como el conjunto  $A_1 = \{a_1, a_2\}$ . El Departamento de sistema operativo y desarrollo de tecnologías libres se representa como el conjunto  $A_2 = \{a_3, a_4, a_5\}$ .

Fueron seleccionados siete evaluadores de entre los miembros de los equipos de trabajo, directivos y clientes asociados al desempeño de los equipos a evaluación. Con el objetivo de recopilar las preferencias de los evaluadores sobre los criterios por equipos, se realizó una reunión con ambos grupos de encuestados, se les explicó el objetivo de la evaluación y se evacuaron las dudas sobre el proceso. Tras la aplicación del instrumento de recopilación de preferencias que se especifica en el epígrafe 2.2.2, se obtuvieron los resultados que se muestran en la Tabla 12.

Tabla 12 Preferencias de los evaluadores.

Evaluadores	Criterios	$a_1$	$a_2$	$a_3$	$a_4$	$a_5$
e <sub>1</sub>	C <sub>1</sub>	A	B	A	M	MA
	C <sub>2</sub>	M	M	M	A	MA
	C <sub>3</sub>	A	M	A	M	MA
	C <sub>4</sub>	M	M	M	M	A
	C <sub>5</sub>	MA	A	M	MA	A
	C <sub>6</sub>	B	MB	A	MA	MA
	C <sub>7</sub>	B	MB	M	A	MA
	C <sub>8</sub>	B	MA	M	B	MB
	C <sub>9</sub>	M	A	A	MA	MA
e <sub>2</sub>	C <sub>1</sub>	M	A	E	E	E
	C <sub>2</sub>	MA	MA	E	E	E
	C <sub>3</sub>	A	A	E	E	E
	C <sub>4</sub>	MA	MA	A	A	A
	C <sub>5</sub>	MA	MA	A	A	A
	C <sub>6</sub>	A	A	E	E	E
	C <sub>7</sub>	MA	MA	MA	MA	MA
	C <sub>8</sub>	A	A	MB	MB	MB
	C <sub>9</sub>	A	A	E	E	E
e <sub>3</sub>	C <sub>1</sub>	A	A	M	M	M
	C <sub>2</sub>	M	MA	M	B	M

	C3	M	A	M	M	M
	C4	M	E	B	M	M
	C5	MA	MA	M	B	B
	C6	B	A	B	M	B
	C7	B	MA	B	B	B
	C8	B	A	M	M	B
	C9	M	A	M	M	M
e4	C1	A	M	A	M	MA
	C2	M	A	M	A	M
	C3	A	M	A	A	MA
	C4	M	M	B	A	A
	C5	M	MA	A	A	A
	C6	A	MA	A	A	E
	C7	M	A	B	A	MA
	C8	A	B	M	M	MB
	C9	A	MA	A	A	E
e5	C1	A	M	A	A	B
	C2	M	A	A	A	B
	C3	A	A	A	A	B
	C4	B	A	M	M	MB
	C5	MA	A	M	M	B
	C6	MA	B	A	MA	MB
	C7	B	B	M	M	MB
	C8	M	A	MB	MB	B
	C9	MA	A	MA	A	MB
e6	C1	MA	MA	A	M	A
	C2	MA	MA	M	A	MA
	C3	MA	MA	A	A	A
	C4	A	A	M	A	E
	C5	A	A	M	A	MA
	C6	MA	E	A	B	A
	C7	A	A	M	B	MA
	C8	B	B	A	A	A
	C9	E	MA	A	A	A
e7	C1	A	M	A	A	A
	C2	A	A	A	A	A
	C3	A	M	A	A	A
	C4	M	M	A	A	A
	C5	E	E	A	A	A
	C6	E	E	A	B	A
	C7	M	A	A	B	MA
	C8	A	B	M	M	M
	C9	E	E	A	A	A

Luego de obtenida toda esta información, se realizó la transformación a 2-tuplas lingüísticas, que se muestra en la Tabla 13.

Tabla 13 Preferencias transformadas a 2-tuplas.

Evaluadores	Criterios	a <sub>1</sub>	a <sub>2</sub>	a <sub>3</sub>	a <sub>4</sub>	a <sub>5</sub>
e1	C <sub>1</sub>	(A,0)	(B,0)	(A,0)	(M,0)	(MA,0)
	C <sub>2</sub>	(M,0)	(M,0)	(M,0)	(A,0)	(MA,0)
	C <sub>3</sub>	(A,0)	(M,0)	(A,0)	(M,0)	(MA,0)
	C <sub>4</sub>	(M,0)	(M,0)	(M,0)	(M,0)	(A,0)
	C <sub>5</sub>	(MA,0)	(A,0)	(M,0)	(MA,0)	(A,0)
	C <sub>6</sub>	(B,0)	(N,0)	(A,0)	(MA,0)	(MA,0)
	C <sub>7</sub>	(B,0)	(N,0)	(M,0)	(A,0)	(MA,0)
	C <sub>8</sub>	(B,0)	(MA,0)	(M,0)	(B,0)	(N,0)
	C <sub>9</sub>	(M,0)	(A,0)	(A,0)	(MA,0)	(MA,0)
e2	C <sub>1</sub>	(M,0)	(A,0)	(E,0)	(E,0)	(E,0)
	C <sub>2</sub>	(MA,0)	(MA,0)	(E,0)	(E,0)	(E,0)
	C <sub>3</sub>	(A,0)	(A,0)	(E,0)	(E,0)	(E,0)
	C <sub>4</sub>	(MA,0)	(MA,0)	(A,0)	(A,0)	(A,0)
	C <sub>5</sub>	(MA,0)	(MA,0)	(A,0)	(A,0)	(A,0)
	C <sub>6</sub>	(A,0)	(A,0)	(E,0)	(E,0)	(E,0)
	C <sub>7</sub>	(MA,0)	(MA,0)	(MA,0)	(MA,0)	(MA,0)
	C <sub>8</sub>	(A,0)	(A,0)	(N,0)	(N,0)	(N,0)
	C <sub>9</sub>	(A,0)	(A,0)	(E,0)	(E,0)	(E,0)
e3	C <sub>1</sub>	(A,0)	(A,0)	(M,0)	(M,0)	(M,0)
	C <sub>2</sub>	(M,0)	(MA,0)	(M,0)	(B,0)	(M,0)
	C <sub>3</sub>	(M,0)	(A,0)	(M,0)	(M,0)	(M,0)
	C <sub>4</sub>	(M,0)	(E,0)	(B,0)	(M,0)	(M,0)
	C <sub>5</sub>	(MA,0)	(MA,0)	(M,0)	(B,0)	(B,0)
	C <sub>6</sub>	(B,0)	(A,0)	(B,0)	(M,0)	(B,0)
	C <sub>7</sub>	(B,0)	(MA,0)	(B,0)	(B,0)	(B,0)
	C <sub>8</sub>	(B,0)	(A,0)	(M,0)	(M,0)	(B,0)
	C <sub>9</sub>	(M,0)	(A,0)	(M,0)	(M,0)	(M,0)
e4	C <sub>1</sub>	(A,0)	(M,0)	(A,0)	(M,0)	(MA,0)
	C <sub>2</sub>	(M,0)	(A,0)	(M,0)	(A,0)	(M,0)
	C <sub>3</sub>	(A,0)	(M,0)	(A,0)	(A,0)	(MA,0)
	C <sub>4</sub>	(M,0)	(M,0)	(B,0)	(A,0)	(A,0)
	C <sub>5</sub>	(M,0)	(MA,0)	(A,0)	(A,0)	(A,0)
	C <sub>6</sub>	(A,0)	(MA,0)	(A,0)	(A,0)	(E,0)
	C <sub>7</sub>	(M,0)	(A,0)	(B,0)	(A,0)	(MA,0)
	C <sub>8</sub>	(A,0)	(B,0)	(M,0)	(M,0)	(N,0)
	C <sub>9</sub>	(A,0)	(MA,0)	(A,0)	(A,0)	(E,0)
e5	C <sub>1</sub>	(A,0)	(M,0)	(A,0)	(A,0)	(B,0)
	C <sub>2</sub>	(M,0)	(A,0)	(A,0)	(A,0)	(B,0)
	C <sub>3</sub>	(A,0)	(A,0)	(A,0)	(A,0)	(B,0)

	C4	(B,0)	(A,0)	(M,0)	(M,0)	(N,0)
	C5	(MA,0)	(A,0)	(M,0)	(M,0)	(B,0)
	C6	(MA,0)	(B,0)	(A,0)	(MA,0)	(N,0)
	C7	(B,0)	(B,0)	(M,0)	(M,0)	(N,0)
	C8	(M,0)	(A,0)	(N,0)	(N,0)	(B,0)
	C9	(MA,0)	(A,0)	(MA,0)	(A,0)	(N,0)
e6	C1	(MA,0)	(MA,0)	(A,0)	(M,0)	(A,0)
	C2	(MA,0)	(MA,0)	(M,0)	(A,0)	(MA,0)
	C3	(MA,0)	(MA,0)	(A,0)	(A,0)	(A,0)
	C4	(A,0)	(A,0)	(M,0)	(A,0)	(E,0)
	C5	(A,0)	(A,0)	(M,0)	(A,0)	(MA,0)
	C6	(MA,0)	(E,0)	(A,0)	(B,0)	(A,0)
	C7	(A,0)	(A,0)	(M,0)	(B,0)	(MA,0)
	C8	(B,0)	(B,0)	(A,0)	(A,0)	(A,0)
	C9	(E,0)	(MA,0)	(A,0)	(A,0)	(A,0)
e7	C1	(A,0)	(M,0)	(A,0)	(A,0)	(A,0)
	C2	(A,0)	(A,0)	(A,0)	(A,0)	(A,0)
	C3	(A,0)	(M,0)	(A,0)	(A,0)	(A,0)
	C4	(M,0)	(M,0)	(A,0)	(A,0)	(A,0)
	C5	(E,0)	(E,0)	(A,0)	(A,0)	(A,0)
	C6	(E,0)	(E,0)	(A,0)	(B,0)	(A,0)
	C7	(M,0)	(A,0)	(A,0)	(B,0)	(MA,0)
	C8	(A,0)	(B,0)	(M,0)	(M,0)	(M,0)
	C9	(E,0)	(E,0)	(A,0)	(A,0)	(A,0)

Teniendo en cuenta que se consideran a todos los evaluadores equitativamente, se seleccionó el operador de agregación de media aritmética (Fórmula II) para el siguiente paso. El cálculo del valor colectivo de cada criterio para cada proyecto se muestra en la Tabla 14.

Tabla 14 Valores colectivos de los criterios por proyecto.

<b>Criterios</b>	<b>a<sub>1</sub></b>	<b>a<sub>2</sub></b>	<b>a<sub>3</sub></b>	<b>a<sub>4</sub></b>	<b>a<sub>5</sub></b>
<b>c<sub>1</sub></b>	(A,0)	(M,0.43)	(A,0.14)	(A,-0.29)	(A,0.14)
<b>c<sub>2</sub></b>	(A,-0.29)	(A,0.29)	(A,-0.29)	(A,0)	(A,0)
<b>c<sub>3</sub></b>	(A,0)	(A,-0.29)	(A,0.14)	(A,0)	(A,0.14)
<b>c<sub>4</sub></b>	(M,0.29)	(A,0)	(M,0)	(A,-0.43)	(A,-0.29)
<b>c<sub>5</sub></b>	(MA,-0.29)	(MA,-0.29)	(M,0.43)	(A,-0.29)	(A,-0.43)
<b>c<sub>6</sub></b>	(A,0)	(A,0)	(A,0)	(A,-0.14)	(A,0)
<b>c<sub>7</sub></b>	(M,0)	(A,-0.43)	(M,0.14)	(M,0.14)	(A,0)
<b>c<sub>8</sub></b>	(M,0)	(M,0.29)	(M,-0.43)	(B,0.43)	(B,0)
<b>c<sub>9</sub></b>	(A,0.43)	(MA,-0.43)	(A,0.29)	(A,0.29)	(A,0.14)

El resultado de la agregación de estos criterios por unidad organizativa, que permitió conocer el estado de los criterios en el centro y sus departamentos, es mostrado en la Tabla 15.

Tabla 15 Valores colectivos de los criterios por unidad organizativa.

<b>Criterios</b>	<b>A</b>	<b>A<sub>1</sub></b>	<b>A<sub>2</sub></b>
<b>c<sub>1</sub></b>	(A,-0.11)	(A,-0.29)	(A,0)
<b>c<sub>2</sub></b>	(A,-0.06)	(A,0)	(A,-0.1)
<b>c<sub>3</sub></b>	(A,0)	(A,-0.14)	(A,0.1)
<b>c<sub>4</sub></b>	(A,-0.49)	(A,-0.36)	(M,0.43)
<b>c<sub>5</sub></b>	(A,0.03)	(MA,-0.29)	(A,-0.43)
<b>c<sub>6</sub></b>	(A,-0.03)	(A,0)	(A,-0.05)
<b>c<sub>7</sub></b>	(M,0.37)	(M,0.29)	(M,0.43)
<b>c<sub>8</sub></b>	(M,-0.34)	(M,0.14)	(B,0.33)
<b>c<sub>9</sub></b>	(A,0.34)	(MA,-0.5)	(A,0.24)

La agregación de los valores colectivos de cada criterio para cada proyecto permitió conocer la evaluación de la composición de cada equipo de trabajo, los que se muestran en la Tabla 16. Por otra parte, la agregación de los valores colectivos de los criterios de cada unidad organizativa, permitió obtener una evaluación de la composición de los equipos para cada estructura, tal como se muestra en la Tabla 17.

Tabla 16 Evaluación de la composición de cada equipo de trabajo.

<b>Equipo</b>	<b>Evaluación</b>
<b>a<sub>1</sub></b>	(A,-0.21)
<b>a<sub>2</sub></b>	(A,-0.05)
<b>a<sub>3</sub></b>	(A,-0.4)
<b>a<sub>4</sub></b>	(A,-0.37)
<b>a<sub>5</sub></b>	(A,-0.25)

Tabla 17 Evaluación de la composición de equipos por cada unidad organizativa.

<b>Unidad organizativa</b>	<b>Evaluación</b>
<b>A</b>	(A,-0.25)
<b>A1</b>	(A,-0.13)
<b>A2</b>	(A,-0.34)

Como resultado de la aplicación del método en ese primer momento se pudo identificar la situación existente con los equipos de trabajo, los departamentos de desarrollo y el propio centro. Los resultados son dados en orden de mayor a menor incidencia, de modo que los primeros criterios son los que deben convertirse en centro de atención para la toma de decisiones:

- El equipo Consultoría para la Migración a Código Abierto para ECOAIND 3
  - Asimilación de objetivos compartidos dentro del equipo de desarrollo (M,0)
  - Estabilidad de los miembros del equipo de desarrollo (M,0)
  - Modos de actuación de los miembros del equipo para su organización (M,0.29)

- Balance de habilidades de los miembros del equipo (A,-0.29)
- Balance de conocimientos técnicos de los miembros del equipo (A,0)
- Balance de capacidades de los miembros del equipo (A,0)
- Responsabilidad compartida con el cumplimiento de las metas fijadas (A,0)
- Correcta comunicación a lo interno del equipo de desarrollo (A,0.43)
- Interdependencia del equipo de desarrollo con los restantes equipos de la organización y con la organización misma (MA,-0.29)
- El equipo Servicio de Migración UCI:
  - Estabilidad de los miembros del equipo de desarrollo (M,0.29)
  - Balance de conocimientos técnicos de los miembros del equipo (M,0.43)
  - Asimilación de objetivos compartidos dentro del equipo de desarrollo (A,-0.43)
  - Balance de capacidades de los miembros del equipo (A,-0.29)
  - Modos de actuación de los miembros del equipo para su organización (A,0)
  - Responsabilidad compartida con el cumplimiento de las metas fijadas (A,0)
  - Balance de habilidades de los miembros del equipo (A,0.29)
  - Correcta comunicación a lo interno del equipo de desarrollo (MA,-0.43)
  - Interdependencia del equipo de desarrollo con los restantes equipos de la organización y con la organización misma (MA,-0.29)
- El equipo Nova Escritorio 5.0:
  - Estabilidad de los miembros del equipo de desarrollo (M,-0.43)
  - Modos de actuación de los miembros del equipo para su organización (M,0)
  - Asimilación de objetivos compartidos dentro del equipo de desarrollo (M,0.14)
  - Interdependencia del equipo de desarrollo con los restantes equipos de la organización y con la organización misma (M,0.43)
  - Balance de habilidades de los miembros del equipo (A,-0.29)
  - Responsabilidad compartida con el cumplimiento de las metas fijadas (A,0)
  - Balance de conocimientos técnicos de los miembros del equipo (A,0.14)
  - Balance de capacidades de los miembros del equipo (A,0.14)
  - Correcta comunicación a lo interno del equipo de desarrollo (A,0.29)
- El equipo Nova Ligerito 5.0:
  - Estabilidad de los miembros del equipo de desarrollo (B,0.43)
  - Asimilación de objetivos compartidos dentro del equipo de desarrollo (M,0.14)
  - Modos de actuación de los miembros del equipo para su organización (A,-0.43)
  - Balance de conocimientos técnicos de los miembros del equipo (A,-0.29)
  - Interdependencia del equipo de desarrollo con los restantes equipos de la organización y con la organización misma (A,-0.29)
  - Responsabilidad compartida con el cumplimiento de las metas fijadas (A,-0.14)
  - Balance de habilidades de los miembros del equipo (A,0)
  - Balance de capacidades de los miembros del equipo (A,0)
  - Correcta comunicación a lo interno del equipo de desarrollo (A,0.29)
- El equipo Nova Servidores 5.0:
  - Estabilidad de los miembros del equipo de desarrollo (B,0)

- Interdependencia del equipo de desarrollo con los restantes equipos de la organización y con la organización misma (A,-0.43)
- Modos de actuación de los miembros del equipo para su organización (A,-0.29)
- Balance de habilidades de los miembros del equipo (A,0)
- Responsabilidad compartida con el cumplimiento de las metas fijadas (A,0)
- Asimilación de objetivos compartidos dentro del equipo de desarrollo (A,0)
- Balance de conocimientos técnicos de los miembros del equipo (A,0.14)
- Balance de capacidades de los miembros del equipo (A,0.14)
- Correcta comunicación a lo interno del equipo de desarrollo (A,0.14)
- El Departamento de servicio de integración en migración y soporte:
  - Estabilidad de los miembros del equipo de desarrollo (M,0.14)
  - Asimilación de objetivos compartidos dentro del equipo de desarrollo (M,0.29)
  - Modos de actuación de los miembros del equipo para su organización (A,-0.36)
  - Balance de conocimientos técnicos de los miembros del equipo (A,-0.29)
  - Balance de capacidades de los miembros del equipo (A,-0.14)
  - Balance de habilidades de los miembros del equipo (A,0)
  - Responsabilidad compartida con el cumplimiento de las metas fijadas (A,0)
  - Correcta comunicación a lo interno del equipo de desarrollo (MA,-0.5)
  - Interdependencia del equipo de desarrollo con los restantes equipos de la organización y con la organización misma (MA,-0.29)
- El Departamento de sistema operativo y desarrollo de tecnologías libres:
  - Estabilidad de los miembros del equipo de desarrollo (B,0.33)
  - Modos de actuación de los miembros del equipo para su organización (M,0.43)
  - Asimilación de objetivos compartidos dentro del equipo de desarrollo (M,0.43)
  - Interdependencia del equipo de desarrollo con los restantes equipos de la organización y con la organización misma (A,-0.43)
  - Balance de habilidades de los miembros del equipo (A,-0.1)
  - Responsabilidad compartida con el cumplimiento de las metas fijadas (A,-0.05)
  - Balance de conocimientos técnicos de los miembros del equipo (A,0)
  - Balance de capacidades de los miembros del equipo (A,0.1)
  - Correcta comunicación a lo interno del equipo de desarrollo (A,0.24)
- En el Centro de Soluciones Libres como organización:
  - Estabilidad de los miembros del equipo de desarrollo (M,-0.34)
  - Asimilación de objetivos compartidos dentro del equipo de desarrollo (M,0.37)
  - Modos de actuación de los miembros del equipo para su organización (A,-0.49)
  - Balance de conocimientos técnicos de los miembros del equipo (A,-0.11)
  - Balance de habilidades de los miembros del equipo (A,-0.06)
  - Responsabilidad compartida con el cumplimiento de las metas fijadas (A,-0.03)
  - Balance de capacidades de los miembros del equipo (A,0)
  - Interdependencia del equipo de desarrollo con los restantes equipos de la organización y con la organización misma (A,0.03)
  - Correcta comunicación a lo interno del equipo de desarrollo (A,0.34)

Los resultados de este primer momento se resumen en la Figura 16, donde se muestra la evaluación obtenida por cada equipo y unidad organizativa.

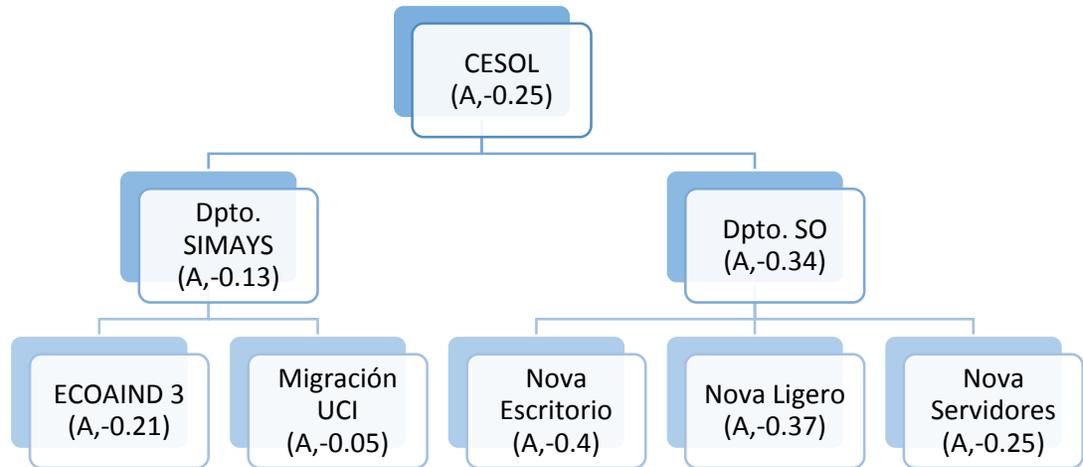


Figura 16 Evaluaciones de la composición de los equipos y unidades organizativas en el primer momento.

A partir de estos resultados se sugiere a la dirección de los equipos, departamentos y del centro atender de manera especial los criterios evaluados de bajo (B) o medio (M). Deben trazarse acciones y estrategias al corto, mediano y largo plazo para lograr mayor estabilidad en los equipos de trabajo. Se debe propiciar la inserción de técnicas de dirección y dirección estratégica para aumentar la unidad del equipo entorno a los objetivos de trabajo de los equipos, departamentos y centro. Del mismo modo debería realizarse un ejercicio estratégico para lograr una cultura organizacional que mejore los modos de actuación de los integrantes de los equipos, partiéndose de la identificación de las deficiencias actuales. Estas pudieran ser algunas de las acciones a realizar, le corresponde a la dirección de cada estructura aplicar las que considere pertinentes acorde a sus características.

### 3.2.3. Síntesis de la aplicación de la propuesta en un segundo momento

Tres meses después de haber aplicado el método por primera vez, se aplica en una segunda oportunidad, con el principal objetivo de conocer el estado de la composición de los equipos de trabajo. En esos tres meses, y a partir de los resultados arrojados por la aplicación del método, la dirección del centro, de los departamentos y de los propios equipos, estuvieron trabajando en función de incidir positivamente en el mejoramiento de los elementos señalados para cada equipo y unidad organizativa. La composición de los equipos de trabajo no ha sufrido modificación, manteniéndose los mismos integrantes.

En esta oportunidad fueron seleccionados los mismos evaluadores, y sus preferencias se encuentran especificadas ya transformadas a 2-tuplas lingüísticas en la Tabla 18.

Tabla 18 Preferencias transformadas a 2-tuplas.

Evaluadores	Criterios	a <sub>1</sub>	a <sub>2</sub>	a <sub>3</sub>	a <sub>4</sub>	a <sub>5</sub>
e1	c <sub>1</sub>	(A,0)	(B,0)	(E,0)	(MA,0)	(E,0)
	c <sub>2</sub>	(M,0)	(MA,0)	(MA,0)	(A,0)	(MA,0)
	c <sub>3</sub>	(A,0)	(M,0)	(A,0)	(M,0)	(MA,0)

	C4	(M,0)	(M,0)	(M,0)	(M,0)	(M,0)
	C5	(MA,0)	(E,0)	(M,0)	(MA,0)	(A,0)
	C6	(M,0)	(N,0)	(A,0)	(MA,0)	(MA,0)
	C7	(M,0)	(N,0)	(MA,0)	(A,0)	(A,0)
	C8	(M,0)	(MA,0)	(MA,0)	(B,0)	(N,0)
	C9	(M,0)	(A,0)	(A,0)	(E,0)	(E,0)
e2	C1	(M,0)	(E,0)	(E,0)	(E,0)	(E,0)
	C2	(MA,0)	(MA,0)	(E,0)	(E,0)	(E,0)
	C3	(M,0)	(A,0)	(E,0)	(E,0)	(E,0)
	C4	(MA,0)	(MA,0)	(A,0)	(A,0)	(A,0)
	C5	(MA,0)	(E,0)	(A,0)	(A,0)	(A,0)
	C6	(A,0)	(A,0)	(MA,0)	(E,0)	(E,0)
	C7	(MA,0)	(E,0)	(MA,0)	(MA,0)	(E,0)
	C8	(A,0)	(MA,0)	(M,0)	(N,0)	(B,0)
	C9	(MA,0)	(E,0)	(E,0)	(E,0)	(E,0)
e3	C1	(MA,0)	(A,0)	(MA,0)	(MA,0)	(M,0)
	C2	(A,0)	(E,0)	(M,0)	(B,0)	(M,0)
	C3	(M,0)	(A,0)	(MA,0)	(M,0)	(MA,0)
	C4	(M,0)	(E,0)	(B,0)	(M,0)	(M,0)
	C5	(E,0)	(MA,0)	(A,0)	(B,0)	(B,0)
	C6	(M,0)	(A,0)	(B,0)	(M,0)	(B,0)
	C7	(B,0)	(MA,0)	(B,0)	(B,0)	(M,0)
	C8	(M,0)	(MA,0)	(B,0)	(B,0)	(M,0)
	C9	(M,0)	(MA,0)	(M,0)	(M,0)	(A,0)
e4	C1	(A,0)	(M,0)	(MA,0)	(M,0)	(E,0)
	C2	(M,0)	(A,0)	(M,0)	(A,0)	(A,0)
	C3	(M,0)	(B,0)	(A,0)	(MA,0)	(MA,0)
	C4	(A,0)	(M,0)	(B,0)	(A,0)	(A,0)
	C5	(M,0)	(MA,0)	(MA,0)	(A,0)	(A,0)
	C6	(MA,0)	(E,0)	(MA,0)	(MA,0)	(E,0)
	C7	(M,0)	(A,0)	(B,0)	(A,0)	(MA,0)
	C8	(A,0)	(B,0)	(M,0)	(A,0)	(B,0)
	C9	(MA,0)	(E,0)	(A,0)	(MA,0)	(E,0)
e5	C1	(MA,0)	(M,0)	(MA,0)	(MA,0)	(M,0)
	C2	(A,0)	(A,0)	(A,0)	(A,0)	(B,0)
	C3	(A,0)	(A,0)	(A,0)	(A,0)	(B,0)
	C4	(B,0)	(A,0)	(B,0)	(M,0)	(B,0)
	C5	(MA,0)	(MA,0)	(M,0)	(A,0)	(M,0)
	C6	(E,0)	(M,0)	(MA,0)	(E,0)	(B,0)
	C7	(M,0)	(M,0)	(M,0)	(M,0)	(B,0)
	C8	(A,0)	(MA,0)	(B,0)	(N,0)	(B,0)
	C9	(MA,0)	(A,0)	(MA,0)	(MA,0)	(B,0)
e6	C1	(E,0)	(E,0)	(A,0)	(M,0)	(A,0)
	C2	(MA,0)	(E,0)	(A,0)	(MA,0)	(E,0)

	C3	(E,0)	(MA,0)	(MA,0)	(MA,0)	(A,0)
	C4	(MA,0)	(A,0)	(M,0)	(A,0)	(E,0)
	C5	(MA,0)	(MA,0)	(A,0)	(MA,0)	(E,0)
	C6	(MA,0)	(E,0)	(MA,0)	(B,0)	(A,0)
	C7	(A,0)	(A,0)	(M,0)	(M,0)	(E,0)
	C8	(M,0)	(B,0)	(A,0)	(A,0)	(A,0)
	C9	(E,0)	(E,0)	(MA,0)	(MA,0)	(MA,0)
e7	C1	(MA,0)	(A,0)	(A,0)	(A,0)	(A,0)
	C2	(MA,0)	(A,0)	(A,0)	(A,0)	(MA,0)
	C3	(A,0)	(M,0)	(MA,0)	(A,0)	(A,0)
	C4	(M,0)	(M,0)	(A,0)	(A,0)	(A,0)
	C5	(MA,0)	(MA,0)	(A,0)	(MA,0)	(A,0)
	C6	(E,0)	(E,0)	(MA,0)	(N,0)	(A,0)
	C7	(A,0)	(A,0)	(A,0)	(B,0)	(E,0)
	C8	(A,0)	(M,0)	(A,0)	(M,0)	(M,0)
	C9	(E,0)	(E,0)	(MA,0)	(A,0)	(A,0)

Utilizando el mismo operador de agregación de media aritmética, se realizó el proceso de agregación, cuyos resultados se muestran en las Tablas 19, 20, 21 y 22.

*Tabla 19 Valores colectivos de los criterios por proyecto.*

<b>Criterios</b>	<b>a<sub>1</sub></b>	<b>a<sub>2</sub></b>	<b>a<sub>3</sub></b>	<b>a<sub>4</sub></b>	<b>a<sub>5</sub></b>
<b>c<sub>1</sub></b>	(MA,-0.43)	(A,0)	(MA,0)	(A,0.43)	(MA,-0.43)
<b>c<sub>2</sub></b>	(A,0.14)	(MA,-0.14)	(A,0.14)	(A,0.14)	(A,0.43)
<b>c<sub>3</sub></b>	(A,-0.14)	(A,-0.43)	(MA,-0.29)	(A,0.29)	(A,0.43)
<b>c<sub>4</sub></b>	(A,-0.43)	(A,0)	(M,-0.14)	(A,-0.43)	(A,-0.29)
<b>c<sub>5</sub></b>	(MA,-0.14)	(MA,0.29)	(A,-0.14)	(A,0.14)	(A,-0.14)
<b>c<sub>6</sub></b>	(MA,-0.43)	(A,0.29)	(A,0.43)	(A,0)	(A,0.14)
<b>c<sub>7</sub></b>	(M,0.43)	(A,-0.14)	(M,0.43)	(M,0.29)	(MA,-0.43)
<b>c<sub>8</sub></b>	(A,-0.43)	(A,-0.14)	(M,0.29)	(B,0.43)	(B,0.43)
<b>c<sub>9</sub></b>	(MA,-0.29)	(MA,0.29)	(MA,-0.43)	(MA,-0.14)	(MA,-0.29)

*Tabla 20 Valores colectivos de los criterios por unidades organizativas.*

<b>Criterios</b>	<b>A</b>	<b>A<sub>1</sub></b>	<b>A<sub>2</sub></b>
<b>c<sub>1</sub></b>	(MA,-0.49)	(A,0.29)	(MA,-0.33)
<b>c<sub>2</sub></b>	(A,0.34)	(MA,-0.5)	(A,0.24)
<b>c<sub>3</sub></b>	(A,0.17)	(A,-0.29)	(A,0.48)
<b>c<sub>4</sub></b>	(A,-0.46)	(A,-0.21)	(M,0.38)
<b>c<sub>5</sub></b>	(A,0.4)	(MA,0.07)	(A,-0.05)
<b>c<sub>6</sub></b>	(A,0.29)	(A,0.43)	(A,0.19)
<b>c<sub>7</sub></b>	(A,-0.29)	(A,-0.36)	(A,-0.24)

<b>c<sub>8</sub></b>	(M,0.11)	(A,-0.29)	(M,-0.29)
<b>c<sub>9</sub></b>	(MA,-0.17)	(MA,0)	(MA,-0.29)

Tabla 21 Evaluación de la composición de cada equipo de trabajo.

<b>Equipo</b>	<b>Evaluación</b>
<b>a<sub>1</sub></b>	(A,0.14)
<b>a<sub>2</sub></b>	(A,0.33)
<b>a<sub>3</sub></b>	(A,0.03)
<b>a<sub>4</sub></b>	(A,-0.1)
<b>a<sub>5</sub></b>	(A,0.1)

Tabla 22 Evaluación de la composición de equipos por cada unidad organizativa.

<b>Unidad Organizativa</b>	<b>Evaluación</b>
<b>A</b>	(A,0.1)
<b>A1</b>	(A,0.24)
<b>A2</b>	(A,0.01)

En este segundo momento, como resultado de la aplicación del método se identificaron los criterios en el siguiente orden, organizados nuevamente por nivel de incidencia de mayor a menor:

- El equipo Consultoría para la Migración a Código Abierto para ECOAIND 3
  - Asimilación de objetivos compartidos dentro del equipo de desarrollo (M,0.43)
  - Modos de actuación de los miembros del equipo para su organización (A,-0.43)
  - Estabilidad de los miembros del equipo de desarrollo (A,-0.43)
  - Balance de capacidades de los miembros del equipo (A,-0.14)
  - Balance de habilidades de los miembros del equipo (A,0.14)
  - Balance de conocimientos técnicos de los miembros del equipo (MA,-0.43)
  - Responsabilidad compartida con el cumplimiento de las metas fijadas (MA,-0.43)
  - Correcta comunicación a lo interno del equipo de desarrollo (MA,-0.29)
  - Interdependencia del equipo de desarrollo con los restantes equipos de la organización y con la organización misma (MA,-0.14)
- El equipo Servicio de Migración UCI:
  - Balance de capacidades de los miembros del equipo (A,-0.43)
  - Asimilación de objetivos compartidos dentro del equipo de desarrollo (A,-0.14)
  - Estabilidad de los miembros del equipo de desarrollo (A,-0.14)
  - Balance de conocimientos técnicos de los miembros del equipo (A,0)
  - Modos de actuación de los miembros del equipo para su organización (A,0)
  - Responsabilidad compartida con el cumplimiento de las metas fijadas (A,0.29)
  - Balance de habilidades de los miembros del equipo (MA,-0.14)
  - Interdependencia del equipo de desarrollo con los restantes equipos de la organización y con la organización misma (MA,0.29)
  - Correcta comunicación a lo interno del equipo de desarrollo (MA,0.29)

- El equipo Nova Escritorio 5.0:
  - Modos de actuación de los miembros del equipo para su organización (M,-0.14)
  - Estabilidad de los miembros del equipo de desarrollo (M,0.29)
  - Asimilación de objetivos compartidos dentro del equipo de desarrollo (M,0.43)
  - Interdependencia del equipo de desarrollo con los restantes equipos de la organización y con la organización misma (A,-0.14)
  - Balance de habilidades de los miembros del equipo (A,0.14)
  - Responsabilidad compartida con el cumplimiento de las metas fijadas (A,0.43)
  - Correcta comunicación a lo interno del equipo de desarrollo (MA,-0.43)
  - Balance de capacidades de los miembros del equipo (MA,-0.29)
  - Balance de conocimientos técnicos de los miembros del equipo (MA,0)
- El equipo Nova Ligerito 5.0:
  - Estabilidad de los miembros del equipo de desarrollo (B,0.43)
  - Asimilación de objetivos compartidos dentro del equipo de desarrollo (M,0.29)
  - Modos de actuación de los miembros del equipo para su organización (A,-0.43)
  - Responsabilidad compartida con el cumplimiento de las metas fijadas (A,0)
  - Balance de habilidades de los miembros del equipo (A,0.14)
  - Interdependencia del equipo de desarrollo con los restantes equipos de la organización y con la organización misma (A,0.14)
  - Balance de capacidades de los miembros del equipo (A,0.29)
  - Balance de conocimientos técnicos de los miembros del equipo (A,0.43)
  - Correcta comunicación a lo interno del equipo de desarrollo (MA,-0.14)
- El equipo Nova Servidores 5.0:
  - Estabilidad de los miembros del equipo de desarrollo (B,0.43)
  - Modos de actuación de los miembros del equipo para su organización (A,-0.29)
  - Interdependencia del equipo de desarrollo con los restantes equipos de la organización y con la organización misma (A,-0.14)
  - Responsabilidad compartida con el cumplimiento de las metas fijadas (A,0.14)
  - Balance de habilidades de los miembros del equipo (A,0.43)
  - Balance de capacidades de los miembros del equipo (A,0.43)
  - Balance de conocimientos técnicos de los miembros del equipo (MA,-0.43)
  - Asimilación de objetivos compartidos dentro del equipo de desarrollo (MA,-0.43)
  - Correcta comunicación a lo interno del equipo de desarrollo (MA,-0.29)
- El Departamento de servicio de integración en migración y soporte:
  - Asimilación de objetivos compartidos dentro del equipo de desarrollo (A,-0.36)
  - Balance de capacidades de los miembros del equipo (A,-0.29)
  - Estabilidad de los miembros del equipo de desarrollo (A,-0.29)
  - Modos de actuación de los miembros del equipo para su organización (A,-0.21)
  - Balance de conocimientos técnicos de los miembros del equipo (A,0.29)
  - Responsabilidad compartida con el cumplimiento de las metas fijadas (A,0.43)
  - Balance de habilidades de los miembros del equipo (MA,-0.5)
  - Correcta comunicación a lo interno del equipo de desarrollo (MA,0)

- Interdependencia del equipo de desarrollo con los restantes equipos de la organización y con la organización misma (MA,0.07)
- El Departamento de sistema operativo y desarrollo de tecnologías libres:
  - Estabilidad de los miembros del equipo de desarrollo (M,-0.29)
  - Modos de actuación de los miembros del equipo para su organización (M,0.38)
  - Asimilación de objetivos compartidos dentro del equipo de desarrollo (A,-0.24)
  - Interdependencia del equipo de desarrollo con los restantes equipos de la organización y con la organización misma (A,-0.05)
  - Responsabilidad compartida con el cumplimiento de las metas fijadas (A,0.19)
  - Balance de habilidades de los miembros del equipo (A,0.24)
  - Balance de capacidades de los miembros del equipo (A,0.48)
  - Balance de conocimientos técnicos de los miembros del equipo (MA,-0.33)
  - Correcta comunicación a lo interno del equipo de desarrollo (MA,-0.29)
- En el Centro de Soluciones Libres como organización:
  - Estabilidad de los miembros del equipo de desarrollo (M,0.11)
  - Modos de actuación de los miembros del equipo para su organización (A,-0.46)
  - Asimilación de objetivos compartidos dentro del equipo de desarrollo (A,-0.29)
  - Balance de capacidades de los miembros del equipo (A,0.17)
  - Responsabilidad compartida con el cumplimiento de las metas fijadas (A,0.29)
  - Balance de habilidades de los miembros del equipo (A,0.34)
  - Interdependencia del equipo de desarrollo con los restantes equipos de la organización y con la organización misma (A,0.4)
  - Balance de conocimientos técnicos de los miembros del equipo (MA,-0.49)
  - Correcta comunicación a lo interno del equipo de desarrollo (MA,-0.17)

De manera general se apreciaron mejores valoraciones colectivas en todos los criterios y en todos los equipos. Estos resultados están directamente vinculados con el grupo de acciones que se tomaron a partir de los aspectos arrojados en la aplicación del método, para mejorar los criterios que fueron señalados. En este segundo momento se cada equipo y unidad organizativa, recibieron las evaluaciones que se muestran en la Figura 17.

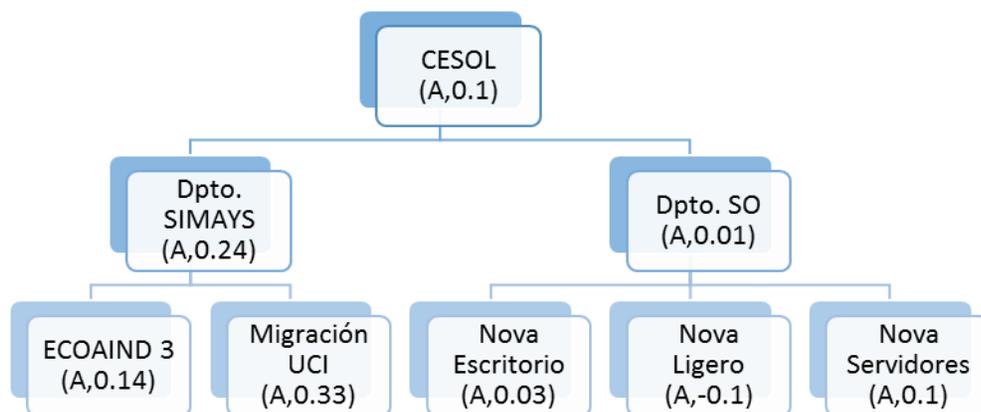


Figura 17 Evaluaciones de la composición de los equipos y unidades organizativas en el segundo momento.

### 3.2.4. Análisis de los resultados de la aplicación de la propuesta

Como resultado de la aplicación de la propuesta en el Centro de Soluciones Libres, se pudo apreciar cómo facilitó identificar los elementos en los que los equipos, departamentos y el centro debían trabajar para mejorar la composición de los equipos. A cada nivel de decisión fueron tomados un grupo de acciones y estrategias que propiciaron que luego en un segundo momento de evaluación, se evidenciaran avances en prácticamente todos los criterios de evaluación, tanto en lo equipos como en las estructuras superiores de la organización, tal como se aprecia en la Tabla 23.

Tabla 23 Resultados de evaluación de los criterios por equipos y unidades organizativas.

		CESOL	Dpto. SIMAYS	ECOAIND 3	Migración UCI	Dpto. SO	Nova Escritorio	Nova Ligero	Nova Servidores
C <sub>1</sub>	1	(A,-0.11)	(A,-0.29)	(A,0)	(M,0.43)	(A,0)	(A,0.14)	(A,-0.29)	(A,0.14)
	2	<b>(MA,-0.49)</b>	<b>(A,0.29)</b>	<b>(MA,-0.43)</b>	<b>(A,0)</b>	<b>(MA,-0.33)</b>	<b>(MA,0)</b>	<b>(A,0.43)</b>	<b>(MA,-0.43)</b>
C <sub>2</sub>	1	(A,-0.06)	(A,0)	(A,-0.29)	(A,0.29)	(A,-0.1)	(A,-0.29)	(A,0)	(A,0)
	2	<b>(A,0.34)</b>	<b>(MA,-0.5)</b>	<b>(A,0.14)</b>	<b>(MA,-0.14)</b>	<b>(A,0.24)</b>	<b>(A,0.14)</b>	<b>(A,0.14)</b>	<b>(A,0.43)</b>
C <sub>3</sub>	1	(A,0)	(A,-0.14)	(A,0)	(A,-0.29)	(A,0.1)	(A,0.14)	(A,0)	(A,0.14)
	2	<b>(A,0.17)</b>	(A,-0.29)	(A,-0.14)	(A,-0.43)	<b>(A,0.48)</b>	<b>(MA,-0.29)</b>	<b>(A,0.29)</b>	<b>(A,0.43)</b>
C <sub>4</sub>	1	(A,-0.49)	(A,-0.36)	(M,0.29)	(A,0)	(M,0.43)	(M,0)	(A,-0.43)	(A,-0.29)
	2	(A,-0.46)	(A,-0.21)	<b>(A,-0.43)</b>	(A,0)	(M,0.38)	(M,-0.14)	(A,-0.43)	(A,-0.29)
C <sub>5</sub>	1	(A,0.03)	(MA,-0.29)	(MA,-0.29)	(MA,-0.29)	(A,-0.43)	(M,0.43)	(A,-0.29)	(A,-0.43)
	2	<b>(A,0.4)</b>	<b>(MA,0.07)</b>	(MA,-0.14)	<b>(MA,0.29)</b>	<b>(A,-0.05)</b>	<b>(A,-0.14)</b>	<b>(A,0.14)</b>	<b>(A,-0.14)</b>
C <sub>6</sub>	1	(A,-0.03)	(A,0)	(A,0)	(A,0)	(A,-0.05)	(A,0)	(A,-0.14)	(A,0)
	2	<b>(A,0.29)</b>	<b>(A,0.43)</b>	<b>(MA,-0.43)</b>	<b>(A,0.29)</b>	<b>(A,0.19)</b>	<b>(A,0.43)</b>	<b>(A,0)</b>	<b>(A,0.14)</b>
C <sub>7</sub>	1	(M,0.37)	(M,0.29)	(M,0)	(A,-0.43)	(M,0.43)	(M,0.14)	(M,0.14)	(A,0)
	2	<b>(A,-0.29)</b>	<b>(A,-0.36)</b>	<b>(M,0.43)</b>	<b>(A,-0.14)</b>	<b>(A,-0.24)</b>	<b>(M,0.43)</b>	<b>(M,0.29)</b>	<b>(MA,-0.43)</b>
C <sub>8</sub>	1	(M,-0.34)	(M,0.14)	(M,0)	(M,0.29)	(B,0.33)	(M,-0.43)	(B,0.43)	(B,0)
	2	<b>(M,0.11)</b>	<b>(A,-0.29)</b>	<b>(A,-0.43)</b>	<b>(A,-0.14)</b>	<b>(M,-0.29)</b>	<b>(M,0.29)</b>	(B,0.43)	<b>(B,0.43)</b>
C <sub>9</sub>	1	(A,0.34)	(MA,-0.5)	(A,0.43)	(MA,-0.43)	(A,0.24)	(A,0.29)	(A,0.29)	(A,0.14)
	2	<b>(MA,-0.17)</b>	<b>(MA,0)</b>	<b>(MA,-0.29)</b>	<b>(MA,0.29)</b>	<b>(MA,-0.29)</b>	<b>(MA,-0.43)</b>	<b>(MA,-0.14)</b>	<b>(MA,-0.29)</b>

De manera general los criterios que muestran mejores resultados globales son:

- el correcto balance de los conocimientos y las habilidades entre los miembros del equipo,
- la interdependencia entre los equipos,
- la existencia de responsabilidad compartida con el cumplimiento de las metas fijadas,
- la asimilación de objetivos compartidos,
- la estabilidad de los integrantes del equipo y
- los niveles de comunicación.

Se lograron avances pero más discretos en el balance de las capacidades entre los miembros del equipo y sus modos de actuación.

Como parte del proceso, fueron recogidos criterios de evaluadores, evaluados y directivos. En cada caso se aprecia satisfacción por los resultados obtenidos del proceso. Se refiere sobre todo la

posibilidad de identificar con claridad y precisión los elementos en los que se debe centrar la atención. Se reconoce además que los resultados son mostrando en lenguaje natural facilitando su interpretación.

A partir de las acciones implementadas sobre la base de la información que se tributó en el primer momento de evaluación, se aprecia mejoría en la evaluación de la composición de los equipos, los departamentos y el centro, como se muestra en la Tabla 24.

*Tabla 24 Resultados de la evaluación de los equipos y las unidades organizativas.*

	<b>1ra evaluación</b>	<b>2da evaluación</b>
<b>CESOL</b>	(A,-0.25)	(A,0.1)
<b>Dpto. SIMAYS</b>	(A,-0.13)	(A,0.24)
<b>ECOAIND 3</b>	(A,-0.21)	(A,0.14)
<b>Migración UCI</b>	(A,-0.05)	(A,0.33)
<b>Dpto. SO</b>	(A,-0.34)	(A,0.01)
<b>Nova Escritorio</b>	(A,-0.4)	(A,0.03)
<b>Nova Ligero</b>	(A,-0.37)	(A,-0.1)
<b>Nova Servidores</b>	(A,-0.25)	(A,0.1)

### **3.3. Comparación con otros métodos de evaluación de equipos**

La Tabla 25 muestra una comparación entre los modelos existentes para la evaluación de equipos de trabajo que fueron identificados como parte del marco teórico referencial de la investigación y el método que se propone.

*Tabla 25 Comparación de la propuesta de solución con modelos existentes.*

<b>Métodos</b>	<b>Rasgos de la personalidad</b>	<b>Elementos técnicos</b>	<b>Equipo como un todo</b>	<b>Manejo de la incertidumbre</b>	<b>Prevé la pérdida de información</b>
<b>16 PF</b>	Si	No	No	No	No
<b>Modelo de Belbin</b>	Si	No	Si (con limitaciones)	No	No
<b>Modelo de Myers-Briggs</b>	Si	No	No	No	No
<b>Modelo Entrada-Procesos-Salidas</b>	Si	Si	Si (con limitaciones)	No	No
<b>Modelo Entradas-Mediadores-Resultados</b>	Si	Si	Si	No	No
<b>Propuesta de solución</b>	Si	Si	Si	Si	Si

Como resultado de esta comparación, se puede apreciar la superioridad y calidad de la propuesta, al tener en cuenta el manejo de la incertidumbre y prever la pérdida de información. Además de valorar los rasgos de la personalidad de los miembros del equipo, elementos técnico necesarios y hacer una valoración del equipo con un todo.

### 3.4. Valoración del impacto económico y social de la propuesta

El impacto económico de la propuesta de solución está estrechamente relacionado con el resultado de su implementación y el bajo costo de su aplicación. Su puesta en práctica no conlleva la utilización de recursos económicos significativos, por cuanto su aplicación se reduce al tiempo que puede tomar ejecutar el método, y que tras la adquisición de experiencia, disminuye con cada iteración. Además no requiere de grandes cantidades de recursos materiales (hojas, bolígrafos, medio de cómputo). Este elemento se puede apreciar en la Tabla 26, donde se muestra el costo estimado de la implantación de la propuesta, para la cual se utilizan los datos obtenidos de aplicar el método en el Centro de Soluciones Libres (fueron evaluados cinco equipos, dos departamentos y el centro, participaron como evaluadores 14 especialistas y se involucraron 8 directivos del centro).

Se calculó el costo utilizando una tarifa horaria fija de \$4.15 por horas de trabajo de un especialista. El costo de aplicarlo en la primera oportunidad fue de aproximadamente \$730.40. En la segunda ocasión el costo disminuyó a \$311.25, pues los tiempos de duración de cada tarea disminuyeron, en especial de las cuatro primeras.

*Tabla 26 Costo estimado de implantación de la propuesta*

<b>Actividad</b>	<b>Tiempo estimado (h)</b>	<b>Involucrados</b>	<b>Costo estimado</b>
<b>Preparación de la aplicación del método</b>	10	2	\$83.00
<b>Intercambio con la dirección de los equipos y estructuras organizativas objetos de la evaluación</b>	2	8	\$66.40
<b>Definición del marco para la evaluación</b>	4	2	\$33.20
<b>Capacitación a directivos, evaluadores e involucrados</b>	4	23	\$381.80
<b>Recogida de las preferencias</b>	1	15	\$62.25
<b>Agregación de las preferencias</b>	4	1	\$16.60
<b>Valoración de los resultados</b>	5	1	\$20.75
<b>Informe de los resultados de aplicación del método</b>	2	8	\$66.40
<b>Costo estimado de implantación de la propuesta</b>	32	23	\$730.40

Según refieren los miembros de los equipos que fueron sometidos a evaluación, con la aplicación del método son capaces de autoevaluarse en función de los criterios definidos. En este sentido pueden actuar en función de elevar su integración con el equipo, mejorar sus relaciones y elevar los niveles de comunicación, entre otros elementos. Esta actitud debe tributar a mejorar el rendimiento del equipo y por ende a la disminución del costo de desarrollo de proyecto.

Los equipos por su parte pueden adoptar sus propias acciones de manera conjunta para trabajar en los elementos que les fueron identificados. Es sin duda una forma de aumentar los niveles de interés y compromiso de los miembros de los equipos y del propio equipo como entidad viva.

A los directivos les permitirá conocer las características de los equipos de trabajo y les facilitará la toma de decisiones respecto a su composición. A partir de este conocimiento podrán actuar con acciones o estrategias para propiciar una mejor composición de los equipos, que tributen a un mejor rendimiento y aumentar la productividad individual y por equipos.

En una organización los resultados de la aplicación del método pueden ser utilizados para identificar patrones de comportamiento, conductas y formas de actuación. A partir de entonces, se pueden encaminar un grupo de acciones que contribuyan con alcanzar la cultura organizacional deseada por la entidad.

Todos los aspectos anteriores van a contribuir sin dudas a aumentar la productividad, eficiencia y eficacia de los equipos, y por consiguiente a la de los proyectos de desarrollo y la organización en general. Se apoya así el lineamiento 131 de política económica y social del partido y la revolución, que establece que se debe sostener y desarrollar los resultados alcanzados en el campo de la industria del software.

Otros dos lineamientos de la política económica y social del partido y la revolución son respaldados por la propuesta de solución. El 138 establece prestar mayor atención en la formación y capacitación continuas del personal técnico y cuadros calificados que respondan y se anticipen al desarrollo científico-tecnológico en las principales áreas de la producción y los servicios, así como a la prevención y mitigación de impactos sociales y medioambientales. El 139 refiere que se debe definir e impulsar nuevas vías para estimular la creatividad de los colectivos laborales de base y fortalecer su participación en la solución de los problemas tecnológicos de la producción y los servicios y la promoción de formas productivas ambientalmente sostenibles.

### **3.5. Conclusiones parciales**

Con la aplicación del método que se propone en el Centro de Soluciones Libres, y tras la valoración de sus resultados, se pudo validar su efectividad. Su implementación permitió a la dirección del centro, de sus departamentos, a los jefes de equipos y a sus integrantes, tomar un grupo de acciones que propiciaron una mejor cohesión de los equipos de trabajo.

El método resalta por encima de otros métodos existentes para evaluar la composición de equipos en cuanto a variedad de criterios a valorar, en el manejo de la incertidumbre resultante de la evaluación cualitativa y mayor precisión en el proceso.

Los costos de implementación de la propuesta son muy bajos y su utilización puede contribuir a mejores resultados de los equipos de desarrollo y a mejorar los modos de actuación de los integrantes de la organización.

## CONCLUSIONES

Una vez arribado a este punto de la investigación, se pueden determinar las siguientes conclusiones:

- Como solución al problema de la investigación, se desarrolló un método de evaluación de la composición de equipos de desarrollo de proyectos de software haciendo uso del modelo de representación lingüístico 2-tupla.
- Como parte de la propuesta de solución se especifican nueve criterios para evaluar la composición de los equipos de desarrollo de proyectos de software.
- La aplicación de la propuesta de solución en el Centro de Soluciones Libres de la Universidad de las Ciencias Informáticas arrojó resultados satisfactorios, pues facilitó a la dirección del centro, departamentos y proyectos la toma de decisiones respecto a la cohesión de los equipos, permitiendo aumentar los índices de evaluación de la composición de los equipos.
- La aplicación del método que se propone apoya la estrategia planteada en los lineamientos de la política económica y social del partido y la revolución, al apostar por el mejoramiento de la industria de desarrollo de software y la superación de sus recursos humanos.

## **RECOMENDACIONES**

1. Incorporar en la propuesta de solución otros contextos complejos de evaluación de equipos de trabajo que pueda incluir el modelado de preferencias en distintos dominios de evaluación (contexto heterogéneo) y/o con distintos dominios lingüísticos (contexto multigranular).
2. Elaborar una herramienta informática que soporte el método propuesto, facilitando su implementación y la disminución de necesidades de capacitación.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRÉ, M.A. 2009. *Un modelo para la asignación de recursos humanos a equipos de proyectos de software*. Tesis Doctoral. La Habana: Instituto Superior Politécnico «José Antonio Echeverría» Facultad de Ingeniería Informática.

ARZA PÉREZ, L. 2013. *Modelo computacional para la recomendación de roles en el proceso de ubicación de estudiantes en la industria del software* [en línea]. Tesis Doctoral. La Habana: Universidad de las Ciencias Informáticas. [Consulta: 24 septiembre 2014]. Disponible en: [http://repositorio\\_institucional.uci.cu//jspui/handle/ident/7925](http://repositorio_institucional.uci.cu//jspui/handle/ident/7925).

AYESTARÁN-ETXEBERRIA, S. 2010. De los equipos de mejora a los equipos innovadores. *DYNA Ingeniería e Industria*. Vol. 85, no. 2, pp. 131-138. ISSN 0012-7361.

BAYONA BOHÓRQUEZ, J.A. y HEREDIA CRUZ, O. 2012. El concepto de equipo en la investigación sobre efectividad en equipos de trabajo. *Estudios Gerenciales*. Vol. 28, no. 123, pp. 121-132. ISSN 0123-5923.

BELBIN, R.M. 2000. *Beyond the team*. Oxford: Elsevier. ISBN 0750646411.

BELBIN, R.M. 2004. *Management teams*. Second Edition. Oxford: Elsevier. ISBN 0750659106.

BELBIN, R.M. 2010. *Team roles at work*. Second Edition. Oxford: Elsevier. ISBN 9781856178006.

BONISSONE, P.P. 1980. A Fuzzy Sets Based Linguistic Approach: Theory and Applications. *Proceedings of the 12th Conference on Winter Simulation* [en línea]. Piscataway, NJ, USA: IEEE Press, pp. 99–111. [Consulta: 18 septiembre 2014]. Disponible en: <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=800286.809395>.

BONISSONE, P.P. y DECKER, K.S. 1985. Selecting Uncertainty Calculi and Granularity: An Experiment in Trading-Off Precision and Complexity. En: arXiv: 1304.3425, *Proceedings of the First Conference on Uncertainty in Artificial Intelligence* [en línea]. Oregon: AUAI Press, pp. 57-66. [Consulta: 20 septiembre 2014]. Disponible en: <http://arxiv.org/abs/1304.3425>.

CANNON-BOWERS, J.A. y BOWERS, C. 2011. Team development and functioning. *APA handbook of industrial and organizational psychology, Vol 1: Building and developing the organization*. Washington, DC, US: American Psychological Association. APA Handbooks in Psychology, pp. 597-650. ISBN 1-4338-0732-7 (Hardcover); 978-1-4338-0732-9 (Hardcover).

CATTELL, R.B. 1973. *Personality and mood by questionnaire*. Oxford, England: Jossey-Bass. ISBN 0875891810.

CATTELL, R.B., EBER, H.W. y TATSUOKA, M.M. 1988. *Handbook for the sixteen personality factor questionnaire (16 PF): In clinical, educational, industrial, and research psychology, for use with all forms of the test*. S.I.: Institute for Personality and Ability Testing Champaign, Illinois.

CÓRDOBA MAQUILÓN, J.E. y JARAMILLO ÁLVAREZ, G.P. 2012. Inclusion of the Latent Personality Variable in Multinomial Logit Models Using the 16pf Psychometric Test. *Dyna*. Vol. 79, no. 174, pp. 62-70. ISSN 0012-7353.

DE ANDRÉS CALLE, R. 2009. *Evaluación del desempeño: nuevos enfoques desde las teorías de subconjuntos difusos y de la decisión multi-criterio*. Tesis Doctoral. Valladolid: Universidad de Valladolid, Departamento de Economía Aplicada.

- DEGANI, R. y BORTOLAN, G. 1988. The problem of linguistic approximation in clinical decision-making. *International Journal of Approximate Reasoning*. Vol. 2, no. 2, pp. 143-162. ISSN 0888-613X. DOI 10.1016/0888-613X(88)90105-3.
- DELGADO, M., VERDEGAY, J.L. y VILA, M.A. 1992. Linguistic decision-making models. *International Journal of Intelligent Systems*. Vol. 7, no. 5, pp. 479-492. ISSN 1098-111X. DOI 10.1002/int.4550070507.
- DELGADO, M., VERDEGAY, J.L. y VILA, M.A. 1993. On aggregation operations of linguistic labels. *International Journal of Intelligent Systems*. Vol. 8, no. 3, pp. 351-370. ISSN 1098-111X. DOI 10.1002/int.4550080303.
- DEMARCO, T., LISTER, T.R. y HOUSE, D. 2013. *Peopleware: productive projects and teams*. S.I.: Pearson Education. ISBN 0321934113.
- DIEZ, E.V., ZÁRRAGA-RODRÍGUEZ, M. y GARCÍA, C.J. 2013. Herramienta para evaluar el funcionamiento de los equipos de trabajo en entornos docentes. *Intangible Capital*. Vol. 9, no. 1, pp. 281-304. ISSN 2014-3214.
- DONG, Y., XU, Y. y YU, S. 2009. Computing the Numerical Scale of the Linguistic Term Set for the 2-Tuple Fuzzy Linguistic Representation Model. *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*. Vol. 17, no. 6, pp. 1366-1378. ISSN 1063-6706. DOI 10.1109/TFUZZ.2009.2032172.
- ESPINILLA ESTÉVEZ, M. 2009. *Nuevos Modelos de Evaluación Sensorial con Información Lingüística*. Tesis Doctoral. Jaen, España: Universidad de Jaén, Escuela Politécnica Superior de Jaén, Departamento de Informática.
- FRANCO G, C.A. y REYES S, A.J. 2003. Los Equipos De Trabajo Como Estrategia De Diferenciación. *Estudios Gerenciales*. no. 87, pp. 13-25. ISSN 0123-5923.
- FRANCO GUTIÉRREZ, C.A. 2004. Modelos para el análisis y diagnóstico de equipos de trabajo. *Estudios Gerenciales*. Vol. 20, no. 91, pp. 35-48. ISSN 0123-5923.
- GARCÍA CASCALES, M. del S. 2009. *Métodos para la comparación de alternativas mediante un Sistema de Ayuda a la Decisión (S.A.D.) y «Soft Computing»*. Tesis Doctoral. Cartagena: Universidad Politécnica de Cartagena. Departamento de Electrónica, Tecnología de Computadoras y Proyectos.
- GIL, F., ALCOVER, C.M., RICO, R. y SÁNCHEZ-MANZANARES, M. 2011. Nuevas Formas De Liderazgo En Equipos De Trabajo. *Papeles del Psicólogo*. Vol. 32, no. 1, pp. 38-47. ISSN 0214-7823.
- GIL, F., RICO, R. y SÁNCHEZ-MANZANARES, M. 2008. Eficacia de equipos de trabajo. *Papeles del Psicólogo* [en línea]. Vol. 29, no. 1. [Consulta: 20 agosto 2014]. ISSN 0214-7823. Disponible en: <http://www.redalyc.org/resumen.oa?id=77829104>.
- GONZÁLEZ-ROMÁ, V. 2008. La innovación en los equipos de trabajo. *Papeles del Psicólogo*. Vol. 29, no. 1, pp. 32-40. ISSN 0214-7823.
- HERA, C.M.A. de la, RICO, R. y RODRÍGUEZ, F.G. 2011. Equipos de trabajo en contextos organizacionales: dinámicas de cambio, adaptación y aprendizaje en entornos flexibles. *Papeles del psicólogo*. Vol. 32, no. 1, pp. 7-16. ISSN 0214-7823.
- HERRERA, F. y MARTÍNEZ, L. 2000. A 2-tuple fuzzy linguistic representation model for computing with words. *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*. Vol. 8, no. 6, pp. 746-752. ISSN 1063-6706. DOI 10.1109/91.890332.

- HERRERA, F. y MARTÍNEZ, L. 2001. A model based on linguistic 2-tuples for dealing with multigranular hierarchical linguistic contexts in multi-expert decision-making. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part B: Cybernetics*. Vol. 31, no. 2, pp. 227-234. ISSN 1083-4419. DOI 10.1109/3477.915345.
- ILGEN, D.R., HOLLENBECK, J.R., JOHNSON, M. y JUNDT, D. 2005. Teams in Organizations: From Input-Process-Output Models to IMOI Models. En: PMID: 15709945, *Annual Review of Psychology*. Vol. 56, no. 1, pp. 517-543. ISSN 0066-4308. DOI 10.1146/annurev.psych.56.091103.070250.
- JACA, C., VILES, E., SANTOS, J. y PAIPA, L. 2011. Modelo sTEM para la sostenibilidad del trabajo en equipos de mejora. *V international conference on industrial engineering and industrial management*. S.l.: s.n., pp. 363-372. ISBN 978-1-4471-2321-7.
- JACKSON, S.E. y JOSHI, A. 2011. Work team diversity. *APA handbook of industrial and organizational psychology, Vol 1: Building and developing the organization*. Washington, DC, US: American Psychological Association. APA Handbooks in Psychology, pp. 651-686. ISBN 1-4338-0732-7 (Hardcover); 978-1-4338-0732-9 (Hardcover).
- KACPRZYK, J. y ZADROZNY, S. 2010. Computing With Words Is an Implementable Paradigm: Fuzzy Queries, Linguistic Data Summaries, and Natural-Language Generation. *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*. Vol. 18, no. 3, pp. 461-472. ISSN 1063-6706. DOI 10.1109/TFUZZ.2010.2040480.
- KATZENBACH, J.R. y SMITH, D.K. 1996. *Sabiduría de los equipos: el desarrollo de la organización de alto rendimiento*. S.l.: Ediciones Díaz de Santos. ISBN 9788479782368.
- KLIR, G.J. y YUAN, B. 1995. Fuzzy sets and fuzzy logic, theory and applications. *Prentice-Hall PTR* [en línea]. ISSN 0-13-101171-5. Disponible en: <http://digilib.uin-suka.ac.id/7049/>.
- LAKHANPAL, B. 1993. Understanding the factors influencing the performance of software development groups: An exploratory group-level analysis. *Information and Software Technology*. Vol. 35, no. 8, pp. 468-473. ISSN 0950-5849. DOI 10.1016/0950-5849(93)90044-4.
- LAW, A. y CHARRON, R. 2005. Effects of Agile Practices on Social Factors. *Proceedings of the 2005 Workshop on Human and Social Factors of Software Engineering* [en línea]. New York, NY, USA: ACM, pp. 1–5. [Consulta: 10 septiembre 2014]. ISBN 1-59593-120-1. Disponible en: <http://doi.acm.org/10.1145/1082983.1083115>.
- LI, D.-F. 2009. Multiattribute Group Decision Making Method Using Extended Linguistic Variables. *International Journal of Uncertainty, Fuzziness and Knowledge-Based Systems*. Vol. 17, no. 06, pp. 793-806. ISSN 0218-4885. DOI 10.1142/S0218488509006273.
- MACGREGOR, E., HSIEH, Y. y KRUCHTEN, P. 2005. Cultural Patterns in Software Process Mishaps: Incidents in Global Projects. *Proceedings of the 2005 Workshop on Human and Social Factors of Software Engineering* [en línea]. New York, NY, USA: ACM, pp. 1–5. [Consulta: 10 septiembre 2014]. ISBN 1-59593-120-1. Disponible en: <http://doi.acm.org/10.1145/1082983.1083116>.
- MARTÍNEZ, L. y HERRERA, F. 2012. An overview on the 2-tuple linguistic model for computing with words in decision-making: Extensions, applications and challenges. *Information Sciences*. Vol. 207, pp. 1-18. ISSN 0020-0255. DOI 10.1016/j.ins.2012.04.025.
- MARTÍNEZ LÓPEZ, L. 1999. *Un nuevo modelo de representación de información lingüística basado en 2-tuplas para la agregación de preferencias lingüísticas*. Tesis Doctoral. Granada: Universidad de Granada, Departamento de Ciencias de la Computación e Inteligencia Artificial.

- MARTÍNEZ, L., RUAN, D. y HERRERA, F. 2010. Computing with Words in Decision support Systems: An overview on Models and Applications. *International Journal of Computational Intelligence Systems*. Vol. 3, no. 4, pp. 382-395. ISSN 1875-6891. DOI 10.1080/18756891.2010.9727709.
- MATA MATA, F. 2006. *Modelos para sistemas de apoyo al consenso en problemas de toma de decisión en grupo definidos en contextos lingüísticos multigranulares*. Tesis Doctoral. S.I.: Universidad de Jaén, Escuela Politécnica Superior de Jaén, Departamento de Informática.
- MATHIEU, J., MAYNARD, M.T., RAPP, T. y GILSON, L. 2008. Team effectiveness 1997-2007: A review of recent advancements and a glimpse into the future. *Journal of Management*. Vol. 34, no. 3, pp. 410-476. ISSN 1557-1211. DOI 10.1177/0149206308316061.
- MCGRATH, J.E. 1964. *Social psychology: A brief introduction*. S.I.: Holt, Rinehart and Winston.
- MENDEL, J. 2007a. Advances in type-2 fuzzy sets and systems. *Information Sciences*. Vol. 177, no. 1, pp. 84-110. ISSN 0020-0255. DOI 10.1016/j.ins.2006.05.003.
- MENDEL, J. 2007b. Computing with words and its relationships with fuzzistics. *Information Sciences*. Vol. 177, no. 4, pp. 988-1006. ISSN 0020-0255. DOI 10.1016/j.ins.2006.06.008.
- MENDEL, J. 2007c. Computing with Words: Zadeh, Turing, Popper and Occam. *IEEE Computational Intelligence Magazine*. Vol. 2, no. 4, pp. 10-17. ISSN 1556-603X. DOI 10.1109/MCI.2007.9066897.
- MENDEL, J.M. 2002. An Architecture for Making Judgments Using Computing with Words 1. *Applied Mathematics and Computer Science*. Vol. 12, no. 3. ISSN 2083-8492.
- MENDEL, J.M., ZADEH, L.A., TRILLAS, E., YAGER, R., LAWRY, J., HAGRAS, H. y GUADARRAMA, S. 2010. What computing with words means to me. *IEEE Computational Intelligence Magazine*. Vol. 5, no. 1, pp. 20-26. ISSN 1556-603X. DOI 10.1109/MCI.2009.934561.
- MIKLAVCIC SUMANSKI, M., KOLENC, I. y MARKIC, M. 2007. Teamwork and refining group structures. *Team Performance Management*. Vol. 13, no. 3/4, pp. 102-116. ISSN 1352-7592. DOI 10.1108/13527590710759856.
- MYERS, I.B., MCCAULLEY, M.H., QUENK, N.L. y HAMMER, A.L. 1998. *MBTI manual: A guide to the development and use of the Myers-Briggs Type Indicator*. S.I.: Consulting Psychologists Press Palo Alto, CA. ISBN 0891061304.
- PÉREZ-TERUEL, K., LEYVA-VÁZQUEZ, M. y ESPINILLA, M. 2014. Computación con palabras en la toma de decisiones mediante mapas cognitivos difusos. *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*. Vol. 8, no. 2, pp. 19-34. ISSN 1994-1536.
- PIETERSE, V., KOURIE, D.G. y SONNEKUS, I.P. 2006. Software Engineering Team Diversity and Performance. *Proceedings of the 2006 Annual Research Conference of the South African Institute of Computer Scientists and Information Technologists on IT Research in Developing Countries* [en línea]. Republic of South Africa: South African Institute for Computer Scientists and Information Technologists, pp. 180–186. [Consulta: 12 septiembre 2014]. ISBN 1-59593-567-3. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1145/1216262.1216282>.
- POLZER, J.T., MILTON, L.P. y SWARM, W.B. 2002. Capitalizing on Diversity: Interpersonal Congruence in Small Work Groups. *Administrative Science Quarterly*. Vol. 47, no. 2, pp. 296-324. ISSN 0001-8392. DOI 10.2307/3094807.
- PORTALANZA, A. 2013. Liderazgo distribuido en equipos de trabajo: una aproximación conceptual. *Universidad & Empresa*. Vol. 25, pp. 73-85. ISSN 0124-4639.

- PRESSMAN, R.S. 2002. *Ingeniería Del software un enfoque práctico*. Quinta Edición. Madrid: MacGraw-Hill. ISBN 0-07-709677-0.
- PRIETO DE HOYOS, M. 2010. Método cuantitativo para integración y comparación de grupos de trabajo de instalación y desarrollo de software. *Avances en tecnologías de la información*. ISSN 978-607-707-097-9.
- PROJECT MANAGAMENT INSTITUTE 2013. *Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos*. Quinta Edición. Pennsylvania: s.n. ISBN 978-1-935589-67-9.
- RICO, R., ALCOVER DE LA HERA, C.M. y TABERNERO, C. 2010. Efectividad de los Equipos de Trabajo: una Revisión de la Última Década de Investigación (1999-2009). *Revista de Psicología del Trabajo y de las Organizaciones*. Vol. 26, no. 1, pp. 47-71. ISSN 1576-5962. DOI 10.4321/S1576-59622010000100004.
- RICO, R., MOLLEMAN, E., SÁNCHEZ-MANZANARES, M. y VAN DER VEGT, G.S. 2007. The effects of diversity faultlines and team task autonomy on decision quality and social integration. *Journal of Management*. Vol. 33, no. 1, pp. 111-132. ISSN 1557-1211. DOI 10.1177/0149206306295307.
- RICO, R., SÁNCHEZ-MANZANARES, M., GIL, F., ALCOVER, C.M. y TABERNERO, C. 2011. Procesos De Coordinación En Equipos De Trabajo. *Papeles del Psicólogo*. Vol. 32, no. 1, pp. 59-68. ISSN 0214-7823.
- RODRÍGUEZ DOMÍNGUEZ, R.M. 2013. *Uso de preferencias lingüísticas comparativas en toma de decisiones bajo incertidumbre*. Tesis Doctoral. España: Universidad de Jaén, Departamento de Informática.
- RODRÍGUEZ STIVEN, E. 2012. *Modelo para la evaluación de la composición de Equipo de Proyectos Informáticos*. Tesis de Maestría. La Habana: Universidad de las Ciencias Informáticas. 658.404-Rod-M
- RODRÍGUEZ STIVEN, E., PIÑERO PÉREZ, Y., MARTÍNEZ JANÉ, D. y LINARES PONS, N. 2012. Perfil ideal de equipos de proyectos informáticos grandes, basado en los elementos básicos de su composición. *UCIENCIA 2012* [en línea]. La Habana: s.n., [Consulta: 7 septiembre 2014]. ISBN 978-959-286-019-3. Disponible en: [http://repositorio\\_institucional.uci.cu//jspui/handle/ident/4320](http://repositorio_institucional.uci.cu//jspui/handle/ident/4320).
- SAFARZADEGAN, G.S., SEBT, M.H. y SHAHHOSSEINI, V. 2012. Computing with words for hierarchical competency based selection of personnel in construction companies. *Applied Soft Computing*. Vol. 12, no. 2, pp. 860-871. ISSN 1568-4946. DOI 10.1016/j.asoc.2011.10.004.
- SAWYER, S. 2004. Software Development Teams. *Commun. ACM*. Vol. 47, no. 12, pp. 95–99. ISSN 0001-0782. DOI 10.1145/1035134.1035140.
- SCARNATI, J.T. 2001. On becoming a team player. *Team performance management*. Vol. 7, no. 1/2, pp. 5-10. ISSN 1352-7592. DOI 10.1108/13527590110389501.
- SHIH, C.-C. y HUANG, S.-J. 2010. Exploring the relationship between organizational culture and software process improvement deployment. *Information & Management*. Vol. 47, no. 5–6, pp. 271-281. ISSN 0378-7206. DOI 10.1016/j.im.2010.06.001.
- SILVA, F.E.O., MOTTA, C.L.R. y SANTORO, F.M. 2010. Team Composer: Assembling groups through social matching. *14th International Conference on Computer Supported Cooperative Work in Design (CSCWD)*. Shanghai, China: s.n., pp. 128-133. ISBN 978-1-4244-6763-1.
- SILVESTRE QUIROGA, L.G. 2012. *Diseño de equipos de desarrollo de software en escenarios universitarios*. Tesis de Maestría. Santiago de Chile: Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Departamento de Ciencias de la Computación.

- SOMMERVILLE, I. 2005. *Ingeniería del Software*. Séptima Edición. Madrid: Pearson Education. ISBN 84-7829-074-5.
- TONG, R.M. y BONISSONE, P.P. 1980. A Linguistic Approach to Decision making with Fuzzy Sets. *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics*. Vol. 10, no. 11, pp. 716-723. ISSN 0018-9472. DOI 10.1109/TSMC.1980.4308391.
- TORRELLES, C., COIDURAS, J., ISUS, S., CARRERA, F.X., PARÍS, G. y CELA, J.M. 2011. Competencia De Trabajo En Equipo: Definición Y Categorización. *Profesorado. Revista de Currículum y Formación de Profesorado*. Vol. 15, no. 3, pp. 329-344. ISSN 1138-414X.
- TRUCK, I. y MALENFANT, J. 2010. Towards A Unification Of Some Linguistic Representation Models: A Vectorial Approach. *The 9th International FLINS Conference on Computational Intelligence in Decision and Control* [en línea]. China: s.n., pp. 610-615. [Consulta: 12 octubre 2014]. ISBN 978-981-4324-69-4. Disponible en: <http://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00567019>.
- VAN EEDEN, R., TAYLOR, N. y PRINSLOO, C.H. 2013. The Sixteen Personality Factor Questionnaire (16PF) in South Africa. *Psychological assessment in South Africa: Research and applications*. pp. 203-217. ISSN 1868145786.
- VAN KNIPPENBERG, D. y SCHIPPERS, M.C. 2007. Work Group Diversity. En: PMID: 16903805, *Annual Review of Psychology*. Vol. 58, no. 1, pp. 515-541. ISSN 0066-4308. DOI 10.1146/annurev.psych.58.110405.085546.
- VILES, E., JACA, C., TANCO, M. y MEDINA, A. 2011. Desarrollo metodológico para medir el trabajo en equipo. *Revista Venezolana de Gerencia*. Vol. 16, no. 55, pp. 375-389. ISSN 1315-9984.
- WEBBER, S.S. y DONAHUE, L.M. 2001. Impact of highly and less job-related diversity on work group cohesion and performance: A meta-analysis. *Journal of management*. Vol. 27, no. 2, pp. 141-162. ISSN 1557-1211.
- WEI, G.-W. 2010. A method for multiple attribute group decision making based on the ET-WG and ET-OWG operators with 2-tuple linguistic information. *Expert Systems with Applications*. Vol. 37, no. 12, pp. 7895-7900. ISSN 0957-4174. DOI 10.1016/j.eswa.2010.04.047.
- WEST, M.A. y MARKIEWICZ, L. 2009. *Building Team-Based Working: A Practical Guide to Organizational Transformation*. S.I.: John Wiley & Sons. ISBN 9780470777688.
- WILLIAMS, K.Y. y O'REILLY, C.A. 1998. Demography and diversity in organizations: A review of 40 years of research. *Research in organizational behavior*. Vol. 20, pp. 77-140. ISSN 0191-3085.
- XU, Z. 2006. Induced uncertain linguistic OWA operators applied to group decision making. *Information Fusion*. Vol. 7, no. 2, pp. 231-238. ISSN 1566-2535. DOI 10.1016/j.inffus.2004.06.005.
- YAGER, R.R. 1999. Approximate reasoning as a basis for computing with words. En: L.A. ZADEH y J. KACPRZYK, *Computing with Words in Information/Intelligent Systems 1: Foundations*. Nueva York: Physica Verlag. pp. 50-77. ISBN 3-7908-1217-X.
- YAGER, R.R. 2004. On the retranslation process in Zadeh's paradigm of computing with words. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part B: Cybernetics*. Vol. 34, no. 2, pp. 1184-1195. ISSN 1083-4419. DOI 10.1109/TSMCB.2003.821866.
- ZADEH, L.A. 2012. *Computing with Words: Principal Concepts and Ideas*. S.I.: Springer Publishing Company, Incorporated. ISBN 3642274722, 9783642274725.

ZULUETA VÉLIZ, Y. 2014. *Modelos de evaluación de la importancia del impacto ambiental en contextos complejos bajo incertidumbre*. Tesis Doctoral. Granada: Universidad de Granada, Departamento de Ciencias de la Computación e Inteligencia Artificial.