

Método Cuantitativo para Integración y Comparación de Grupos de Trabajo de Instalación y Desarrollo de Software

Manuel Prieto de Hoyos, Phd

Universidad Regiomontana, Facultad de Ingeniería y Arquitectura.
Calle 15 de Mayo 567 Poniente., Centro,
Monterrey, N. L.
México, C. P. 64000
mprieto@mail.ur.mx

Resumen. Se presenta un método para analizar y/o comparar grupos de trabajo de instalación y desarrollo de software, para ello se utilizan los perfiles de Belbin y el auto inventario de habilidades (Belbin, 1993). Considerando que los datos tienen una distribución normal, se desarrolla un modelo matricial para cuyos cálculos se basan en la normalidad de los datos. El modelo permite comparar dos grupos y mostrar el efecto que tiene el remover o agregar uno o más miembros al grupo. Se presenta un caso en el cual se obtiene una equivalencia entre los dos grupos que fueron formados por 13 programadores para llevar a cabo un experimento de aplicación de OSMA (Prieto,2008).

Palabras Clave: Grupos de trabajo, equipos, desarrollo de software, instalación de software, alta eficiencia, análisis de equipos, sensibilidad de equipos, programadores, administración de equipos, perfiles de Belbin.

1 Introducción.

La primera tarea importante del administrador de un proyecto de software es seleccionar el equipo de trabajo. No solo es una tarea delicada, sino que es crítica para asegurar el éxito del proyecto. El equipo formado debe ser estable y eficiente. Medir su estabilidad y asegurar su eficiencia son los objetivos a cubrir del administrador.

Es necesario considerar técnicas cuantitativas que proporcionen objetividad a prueba de error. La motivación para dedicar a esta tarea el tiempo requerido y efectuarla con lujo de detalle y sumo cuidado se reduce al hecho de que 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. El tiempo que se dedica a la formación del equipo se reflejará en los resultados directamente.

Varios autores se han distinguido en este campo, lo que presentamos toma como punto de partida la teoría del auto inventario de perfiles de Belbin (Belbin, 1981), utilizando una versión simplificada de dichos perfiles. La intención es proporcionar una metodología cuantitativa, con fundamentos en la teoría estadística básica.

Cubrimos comparación y análisis de sensibilidad de los equipos, el primer objetivo es poder comprobar que dos equipos son equivalentes y que por lo tanto son capaces de llevar a cabo proyectos similares en condiciones similares y el segundo objetivo es poder proporcionar la capacidad para analizar un equipo y predecir como le afecta la partida de uno de sus miembros y que efecto puede tener la llegada de un miembro nuevo al equipo. Todo esto se lleva a cabo mediante la aplicación de cuatro criterios que se han desarrollado basándose en el desempeño de equipos enfocados a desarrollar proyectos de instalación y desarrollo de software.

En el caso estudiado se comparan dos grupos que fueron formados por 7 programadores cada uno para un total de 14 participantes, el primer grupo desarrolló un sistema por métodos tradicionales y el segundo grupo llevó a cabo un experimento en el cual se aplicó la herramienta llamada Objetos de Software para la Manufactura y la Administración OSMA por sus iniciales desarrollada en base a tecnología de objetos (Prieto, 2008).

La justificación de este estudio tiene su argumento más fuerte en la necesidad de poder predecir el comportamiento de los equipos como un todo, como un sistema que reacciona a los estímulos exteriores y así poder evitar conflictos y fracasos en el desarrollo de proyectos de software. El modelo que se obtiene al aplicar los criterios encontrados en la literatura muestra su eficacia y efectividad en los datos que se mostrarán en este estudio.

2 Formación y Análisis de los equipos de trabajo utilizando métodos cuantitativos.

La mecánica para formar equipos de trabajo de una manera tradicional se basa en la experiencia y observaciones respecto al trabajo de los candidatos a formar el equipo, la desventaja de este procedimiento es que tiene un alto grado de subjetividad y depende de una manera muy importante de la personalidad del tomador de decisiones, dista mucho de ser un método objetivo.

Por otra parte la utilización de perfiles propuesta por Belbin por primera vez en 1981 permite representar las habilidades de los candidatos por medio de una serie de medidas que representan la personalidad de cada miembro, describiremos en detalle como se manejan y utilizan estos perfiles y propondremos un mecanismo formado por cuatro criterios para analizar los equipos y predecir posibles conflictos o problemas en base a lo que se ha encontrado por diversos investigadores en el campo del desarrollo de software.

La solución propuesta esta basada en el estudio de la matriz que representa al equipo, obteniendo de ella diversos valores estadísticos que permiten su estudio y permiten detectar los problemas que regularmente muestran los equipos de trabajo. Para concluir presentamos los resultados y las tendencias de la investigación futura.

2.1 Introducción al caso de estudio: El desarrollo de una herramienta generadora de aplicaciones de software y la formación de equipos de trabajo para llevar a cabo las pruebas de la misma herramienta.

El contexto para aplicar la metodología cuantitativa de integración de equipos de trabajo propuesta por este estudio, será el experimento requerido para comprobar los resultados de la herramienta generadora de software: Objetos de Software para la Manufactura y la Administración (OSMA) mencionada anteriormente. El proyecto de software resultante consistió en el desarrollo de una nueva versión de un sistema utilizando OSMA que fue equivalente a otro ya existente que originalmente había sido programado utilizando métodos tradicionales, con este experimento es posible comparar los resultados en tiempo y costo de ambos proyectos.

El experimento buscó demostrar que la herramienta OSMA contribuye en una forma substancial al aumento de la productividad del desarrollo de software. El estudio se llevó a cabo siguiendo el siguiente procedimiento:

Formación de un equipo de programadores para el grupo experimental equivalente al equipo original.

Entrenamiento en la herramienta para el equipo de programadores del grupo experimental.

Desarrollo de los mismos programas del grupo de control, midiendo los tiempos de trabajo para cada uno.

Comparación de los resultados utilizando una hipótesis de grupos para analizar el trabajo de los dos equipos de desarrollo.

Análisis de los equipos de desarrollo para comprobar que además de ser equivalentes técnicamente también lo son en su personalidad grupal, a la vez comparar las condiciones en las que se llevaron a cabo ambos desarrollos para comprobar que dichas condiciones son equivalentes, es en éste paso en el cuál es vital comprobar que los dos grupos de trabajo son equivalentes, es aquí dónde se utilizó el método propuesto.

El estudio se ha realizado tomando como grupo de control un sistema de información que contiene los objetos de software más utilizados en la manufactura y la administración, dicho sistema ya está siendo utilizado en varias empresas pequeñas y medianas, éste software fue elaborado utilizando la metodología tradicional. Por otra parte el grupo experimental elaboró el mismo sistema utilizando la herramienta OSMA y conservando la funcionalidad del sistema original en los programas. En éste trabajo se describen a detalle la primera y la última parte del experimento total, que es lo referente a la formación, comparación y análisis de los equipos que participaron en el estudio.

Uno de los factores más importantes del experimento es el equipo de trabajo que desarrolla el sistema nuevo equivalente al original, el principal problema es que es necesario garantizar que el nuevo equipo de trabajo es similar al equipo de trabajo que desarrolló el sistema original en el perfil de las habilidades de comunicación interpersonales de sus miembros.

La validez del experimento depende de la integración del nuevo equipo de trabajo y una vez integrado la comprobación del hecho de que sus habilidades son similares o

equivalentes a las del equipo de trabajo original. Para poder hacer esto es necesario recurrir a un método cuantitativo, es así como fundamentamos la necesidad de éste estudio.

El planteamiento del problema puede establecerse como se muestra a continuación:

Teniendo dos equipos de trabajo es necesario comprobar cuantitativamente que son equivalentes y que ambos tienen habilidades similares de comunicación, coordinación y de relaciones interpersonales. Como punto adicional hemos agregado el requerimiento de poder prevenir el impacto que puede tener el hecho de que un miembro del equipo deje el proyecto y como puede reaccionar el equipo a la llegada de un nuevo miembro que lo sustituya, esto es, hemos agregado la necesidad de analizar la sensibilidad del equipo hacia la personalidad de cada uno de sus miembros.

De esta forma proporcionamos un instrumento que permita orientar al tomador de decisiones en caso de tener que llevar a cabo una modificación al equipo, evitando que un cambio en su constitución acabe con la eficacia del equipo ya formado.

Los objetivos específicos pueden numerarse como sigue:

Desarrollar y probar una metodología cuantitativa de comparación de equipos de trabajo en el contexto del desarrollo de software.

Desarrollar y probar una metodología cuantitativa que permita el análisis de sensibilidad de un equipo a la partida de alguno de sus miembros o a la llegada de un nuevo miembro prediciendo el impacto que el evento pueda ocasionar en el comportamiento, la personalidad y el desempeño general del grupo.

Establecer las características mínimas básicas suficientes para que un equipo de software sea funcional.

Cuando se trabaja con equipos surgen preguntas que deben ser respondidas por el administrador, entre otras podemos citar las siguientes:

¿Cuales candidatos a formar un equipo darían los mejores resultados trabajando juntos?

¿Si un miembro de un equipo abandona el proyecto durante su realización el resto del equipo formará un equipo funcional y eficiente?

¿Si es necesario agregar un miembro a un equipo y se cuenta con varios candidatos cual sería el más adecuado?

¿Si se requiere prescindir de uno de los miembros del equipo cual de los miembros sería el candidato idóneo?

Este estudio trata de apoyar las respuestas a las preguntas anteriores utilizando argumentos objetivos y cuantitativos.

El alcance del estudio es el siguiente: Solo se contemplan los roles de Belbin para cuantificar la personalidad de los equipos, no se utiliza ningún instrumento para medir habilidades técnicas de los equipos, se asume que los candidatos han sido examinados desde el punto de vista técnico y poseen todas las habilidades necesarias para hacer el trabajo. La comparación de los equipos desde el punto de vista técnico se hace

utilizando una variable llamada Tipo de Programador la cual especifica la experiencia de un programador, solo se mide el numero de programadores de un tipo dado y se compara con los programadores del otro equipo.

La sensibilidad de los equipos se analiza desde el punto de vista estadístico básico utilizando para ello los valores que los candidatos han obtenido para cada perfil los cuales tienen una distribución normal. La distribución normal de los datos es demostrada en Prieto (2008).

La limitación más importante del estudio es que la estimación original de los perfiles se llevó a cabo por medio de la técnica del auto inventario, esto es: cada miembro del equipo opinó a cerca de sí mismo en la mayoría de los casos y en algunos casos para el equipo original utilizado como grupo de control, se recurrió a otros miembros del equipo que estuvieron disponibles para completar el inventario de habilidades de las integrantes ausentes.

Otra limitante es que cualquier estudio de esta naturaleza es válido solo para el momento en el que fue realizado, esto es, depende totalmente del tiempo, pudiendo variar de una manera importante de un momento a otro.

3. Antecedentes e Investigación Bibliográfica.

La justificación teórica de este estudio puede fundamentarse en los hallazgos encontrados por Jiang, y Comstock (2007) después de haber analizado más de cuatro mil proyectos de software, dichos hallazgos comprueban que el equipo de trabajo constituye un de los principales factores en cualquier proyecto. Por lo tanto, esto indica que es uno de los puntos críticos del desarrollo de software.

Por su parte Parker (1990) encontró que uno de los problemas a resolver para el desarrollo de proyectos de software es la integración del equipo de trabajo, éste problema a pesar de no involucrar tecnología es uno de los más riesgosos y de no resolverse satisfactoriamente y darle la importancia que tiene puede paralizar e incluso detener los proyectos de desarrollo o instalación de software.

El problema mas común detectado por Belbin es el mismo que se presenta en el desarrollo de software, Belbin le llama síndrome de Apolo, cuando este problema se presenta el ambiente del grupo de trabajo se degrada y se convierte en una competencia agotadora, utilizando la energía del equipo para competir olvidándose de los objetivos del grupo.

Un buen equipo debe tener todos los roles (9) representados y balanceados. El equipo ideal según Belbin es de 6 miembros. Otro tamaño ideal del equipo de un rango entre 3 y 5 es reportado por Jiang, Naudé, y Comstock (2007) si lo roles son 9 es lógico que más de un rol puede estar en una misma persona. Sin embargo en el desarrollo de software es necesario mantener vigilado el tamaño del equipo, pues como han demostrado Jiang, et. al. (2007), si el equipo es muy grande puede afectar la productividad del grupo.

Rjendran (2005) publicó un estudio realizado sobre equipos de trabajo de Hardware y Software en el que concluye que los perfiles de Belbin bien balanceados contribuyen a la efectividad del equipo, que es la hipótesis fundamental de Belbin. Manning (2006) por su parte concluye que la eficiencia de los equipos de tareas técnicas se ve beneficiada cuándo se cuenta con personal introvertido, extremadamente ordenado, detallista y resolvidor de problemas.

Tipo de tarea

El tipo de tarea a realizar tiene una importancia notable, tal como lo demuestran Higgs, Plewnia, Ploch, (2005) existe una relación directa entre la composición y la complejidad del equipo y la eficiencia de éste. Mediante el estudio de 28 equipos formados por 270 miembros Higos, et al. (2005) establece que:

- La diversidad de los equipos para tareas complejas contribuye a mayor eficiencia
- La diversidad de los equipos para tareas sencillas disminuye la eficiencia

Por lo que si consideramos el desarrollo de software como tarea compleja, que lo es, podemos concluir que la diversidad es un factor importante para la formación de equipos de desarrollo y que la hipótesis de Belbin se ve respaldada por los resultados de Higgs, et al. (2005). Interpretamos aquí la diversidad como el hecho de que todos los perfiles son cubiertos por los miembros del equipo. Este concepto se convierte en un criterio importante para revisar la potencial eficiencia del equipo.

Tamaño del equipo

En cuanto al tamaño del equipo, en el estudio de Jiang, et al. (2007) se analizaron 4,106 proyectos de software llevados a cabo de 1995 al 2005 contenidos en la base de datos *International Software Benchmarking Standards Group* (ISBSG), la cuál contiene información de los proyectos que incluye el tamaño del equipo, la productividad medida por la Razón de Entrega De Productividad Normalizada, en inglés *Normalized Productivity Delivery Rate* (PDR) que es una medida inversa de la productividad, para fines de ilustración y obtener una comparación visual clara, en éste estudio se define la productividad como $100/PDR$. Utilizando datos del estudio de Jiang, et al. (2007), se ha elaborado la gráfica de la figura 3.1.

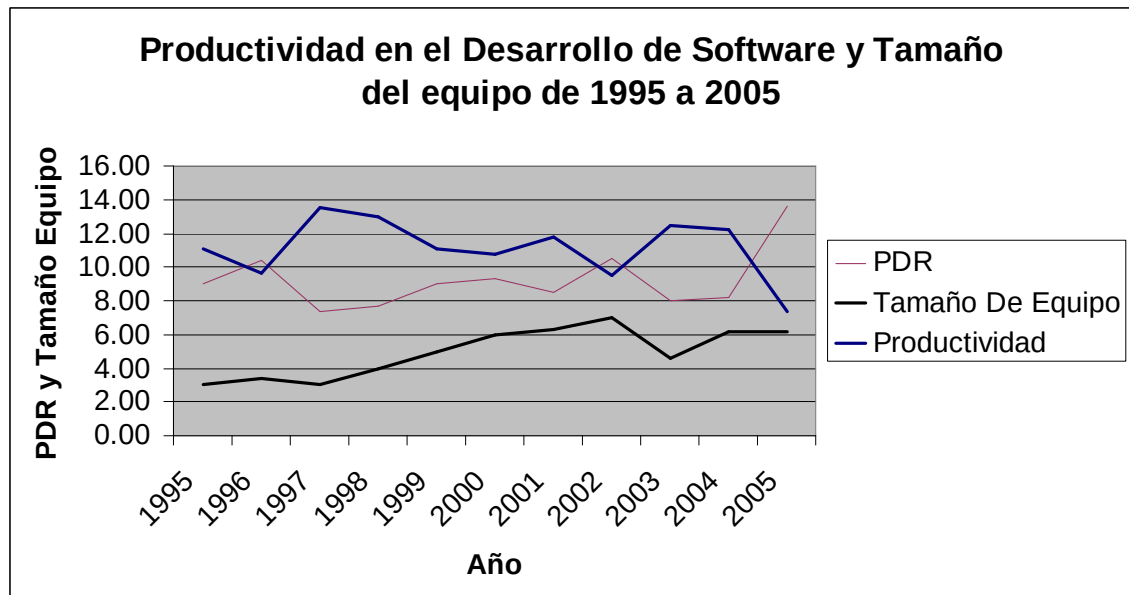


Figura 3.1 Productividad y tamaño del equipo. Considerando Productividad = 100/PDR. Fuente: Elaboración propia con datos derivados de de Jiang, et al. (2007)

La línea superior es la productividad y se puede observar como disminuye a medida que el tamaño del equipo (la línea inferior aumenta). Por lo que podemos observar la hipótesis de Jiang, et. al. (May, 2007) que “ en el desarrollo de software los equipos muy grandes tienden a ser más ineficientes ”.

De las investigaciones anteriores podemos deducir las recomendaciones más importantes para integrar los equipos de instalación y desarrollo de software:

- 1.- Sobre el Tamaño:** Mantener el tamaño de los equipos entre 3 y 5 personas Jiang, et al. (2007).
- 2.- Sobre la Diversidad:** Cubrir todos los perfiles de Belbin, especialmente aquellos relacionados con habilidades técnicas, disciplinarias y de solución de problemas. Higgs, et al. (2005).
- 3.- Sobre la Personalidad:** Evitar tener varios miembros que tengan acentuado el perfil de líder agudo para evitar el síndrome de Apolo. Belbin (1981).

La tabla 3.1 muestra los nueve perfiles de Belbin, para evaluarlos Belbin desarrollo en 1981 y lo perfeccionó en 1993 una encuesta llamada auto inventario de habilidades, que es un cuestionario respondido por el mismo miembro del equipo o por terceros evaluadores que conocen al miembro del equipo en su ambiente de trabajo, pudiendo ser colegas o amigos. En su libro de 1981 Belbin propone ocho perfiles, el último perfil, el de especialista, fue agregado en su libro de 1993, ajustando también los nombres del resto de los perfiles.

Perfil		Características	Clasificación
TRABAJADOR PLANTA	DE	Creador de soluciones novedosas y nuevos paradigmas, gusta de resolver problemas difíciles.	Mental
INVESTIGADOR RECURSOS		Comunicador, desarrollador de contactos, explorador de oportunidades externas al equipo.	Social
COORDINADOR		Confiado, delega responsabilidades, comunica y aclara objetivos, cede la toma de decisiones.	Social
LIDER		Muestra una gran motivación ante la presión, posee gran dinamismo y su eficacia crece con los retos.	De Acción
MONITOR		Analizador de alternativas, revisa las estrategias, juzga y selecciona las mejores opciones.	Mental
TRABAJADOR EQUIPO	EN	Amable, político, agradable, excelente conciliador.	Social
IMPLEMENTADOR		Toma conceptos y los convierte en acciones prácticas, es altamente eficiente digno de confianza muestra disciplina y es conservador.	De Acción.
TERMINADOR		Asegurador de la calidad, se entusiasma con revisar el trabajo buscar errores y entregar a tiempo.	De Acción
ESPECIALISTA		Experto en su campo, muestra gran conocimiento y dedicación a su área, es una fuente de conocimiento.	Mental

Tabla 3.1 Tabla de perfiles de Belbin. Fuente: Belbin(1993)

Los perfiles fueron clasificados atendiendo a la naturaleza de los mismos, esta clasificación se ilustra en la columna de la derecha de la tabla.

La clasificación de los roles o perfiles de equipo, Belbin (1981, 1993) ayuda para entender mejor que representa cada rol y clarifica cada concepto.

Para poder llevar a cabo una integración de un equipo basándose en los roles es necesario llevar a cabo un procedimiento de evaluación previo, al que se le denomina auto inventario.

Una vez que se tiene el perfil de roles de cada candidato a formar parte del equipo, es necesario formar la matriz de los perfiles de candidatos, una de las dimensiones son los candidatos y la otra los perfiles de Belbin.

4 Propuesta e Hipótesis.

Recordando que los objetivos de este estudio son por un lado poder comparar dos equipos de trabajo y por el otro poder analizar los equipos considerando el impacto que un estímulo como la llegada o la salida de un miembro puede ocasionar. Para lograr lo anterior se han considerado y medido las siguientes variables:

1.-Grupo o Equipo que puede ser 1 para grupo de control y 2 para grupo experimental, es en realidad el identificador del equipo de trabajo.

2.-Programador que es un miembro del equipo de trabajo, esta es una identificación personal y se han utilizado las iniciales de los programadores para identificarlos.

3.-Tipo de programador de acuerdo a la siguiente clasificación:

Tipo 1.- Experto, con más de 10 años de experiencia.

Tipo 2.- Intermedio, dos a cuatro años de experiencia.

Tipo 3.- Principiante, entrenado específicamente para el proyecto.

Este dato se utiliza solo para llevar a cabo una comparación general de habilidades técnicas en el contexto del caso estudiado.

4.-Valor de los Perfiles en puntos, tomado utilizando el auto inventario de habilidades antes mencionado. Esta es la variable más importante del estudio y permite considerar que el equipo cuenta con una personalidad grupal, siendo esta el resultado de las personalidades de todos sus miembros. Esto se logra utilizando una matriz, así podemos interpretar desde el punto de vista cuantitativo la personalidad del equipo. En resumen, la personalidad de un programador la representamos por medio de un vector de perfiles y la de un equipo por medio de una matriz de perfiles.

La hipótesis general de investigación pueden expresarse como sigue:

La matriz de un equipo formada por los perfiles de los miembros proporciona información cuantitativa que permite comparar a los dos equipos, el hecho de conocer la matriz del equipo también permite analizar como impacta en la funcionalidad y eficiencia la llegada o partida de un miembro dado al equipo en cuestión.

El procedimiento de solución de la primera parte de la hipótesis se reduce a comprobar la normalidad de los datos y formular una hipótesis de grupos utilizando los valores de los perfiles de los miembros de los equipos.

Para la segunda parte de la hipótesis se requiere un procedimiento más complejo, es necesario desarrollar un conjunto de pruebas cuantitativas que permitan asegurar que un equipo es funcional y eficiente, a estas pruebas las hemos llamado criterios y posteriormente aplicar esos criterios a las matrices resultantes que representan a cada equipo después de los eventos de llegada y/o partida de un miembro dado.

5 Modelo Propuesto.

Podemos entonces considerar que un equipo está formado por miembros, cada miembro es un renglón en una tabla, por lo tanto el numero de renglones en la tabla queda definido por el numero de miembros del equipo. Cada perfil es representado por una columna, la suma de una columna representa el grado de cobertura del perfil que representa dicha columna, tal como se muestra la tabla 5.1. Nótese que el modelo es fácilmente generalizado a utilizar otro tipo de perfiles. Cada perfil simplemente representa una columna de la matriz por miembro.

M i e m b r o	TRABAJADOR DE PLANTA Creador de soluciones novedosas, creador de nuevos paradigmas.	INVESTIGADOR RECURSOS Comunicador, desarrollador de contactos, explorador de oportunidades.	COORDINADOR Confiado, delega responsabilidades, comunica y aclara objetivos, cede la toma de decisiones.	LIDER Es motivado por la presión, muestra gran dynamismo, su eficacia crece con los retos.	MONITOR, Analizador de alternativas, revisa las estrategias, juzga y selecciona las mejores opciones.	TRABAJADOR EN EQUIPO Amable, político, agradable, excelente conciliador.	IMPLEMENTADOR Toma conceptos y los convierte en acciones prácticas, es altamente eficiente digno de confianza muestra disciplina y es conservador.	TERMINADOR Asegurador de la calidad, se entusiasma con revisar el trabajo busca errores y entregar a tiempo.	ESPECIALISTA Experto en su campo, muestra gran conocimiento y dedicación a su área, es una fuente de conocimiento.
1									
2									
3									
4									
5									

Tabla 5.1 Matriz “E” de descripción de un equipo mediante

Fuente: Utilizando los perfiles de Belbin (1981).

Podemos definir cuantitativamente los criterios para analizar la estabilidad y eficiencia de un equipo como se muestra a continuación:

Tamaño: Mantener el tamaño de los equipos entre 3 y 5 personas Jiang, et al. (2007). El número de renglones de la tabla debe ser cuando menos 3 y no ser mayor a 5. Este dato ha sido obtenido después de estudiar más de 4,500 proyectos de software, por lo que podemos asumir que el dato tiene su validez comprobada.

Diversidad: Cubrir todos los perfiles, especialmente aquellos relacionados con habilidades técnicas, disciplinarias y de solución de problemas. Higgs, et al. (2005). Podemos interpretar esto de la siguiente manera:

La matriz en su totalidad representa un conjunto de valores con los cuales se cubren los perfiles, a este conjunto podemos calcularle el promedio general y la desviación estándar, si tomamos el promedio de los valores y le restamos la desviación estándar podemos encontrar el valor que representa el límite inferior con el cual un miembro de

este equipo cubre un perfil. Cualquier perfil cubierto por debajo de este valor queda fuera del rango mínimo y por lo tanto puede considerarse como no cubierto.

Balanceo: Los valores de las sumas de las columnas, exceptuando la columna de Líder, que es la 4, deben de ser similares entre sí para que estén balanceadas. El balance de los perfiles lo discuten Ayestarán y Aritzeta (2003) en un experimento con 34 equipos. En este modelo utilizaremos la desviación estándar de las sumas de los puntajes individuales obtenidos y el promedio de los mismos para calcular los límites inferior y superior (sumándole y restándole al valor del promedio el valor de la desviación estándar respectivamente) de cada perfil exceptuando el 4 (que es el perfil del líder) y revisar que los valores estén dentro de esos límites, si un valor sale de dicho límite hacia arriba (siendo mayor que el límite superior) o hacia abajo (siendo menor que el límite inferior) consideramos que dicho valor no está balanceado respecto al resto. Cabe aclarar que en esta interpretación estamos asumiendo que es tan dañino tener una tendencia hacia arriba como hacia abajo, esto es los perfiles que tienden a salir del rango hacia arriba harán que los equipos se entusiasmen con tareas de dichos perfiles descuidando las otras tareas que no caen en este perfil. Por otra parte tener una tendencia hacia abajo indica que los trabajos y actividades pertinentes a ese perfil no se lleven a cabo por ningún miembro del equipo ya que los miembros no se sienten motivados a realizar ese tipo de trabajos. Chong (2007).

Personalidad: Evitar tener varios miembros que tengan acentuado el perfil de líder agudo para evitar el síndrome de Apolo mencionado por Belbin (1981). No más de un renglón debe tener un valor elevado en el perfil de Líder, columna número 4. En caso de no utilizar los perfiles de Belbin es necesario identificar las columnas que determinan una personalidad con rasgos de liderazgo para que solo un miembro del equipo tenga valores altos en esa o esas columnas. Para definir cuantitativamente este criterio volvemos a utilizar la desviación estándar y a calcular el límite superior sumándole al promedio la desviación estándar y consideramos que cualquier valor arriba de éste límite es un valor elevado que puede entrar en conflicto presentando el síndrome de Apolo con otro miembro del equipo que presente esta personalidad, la situación ideal es tener un solo miembro que muestre un valor elevado en esta columna. El ambiente que se presenta cuando hay más de un líder conduce al equipo a un ambiente de competencia generalmente agotadora y tiene un impacto muy negativo en el desempeño del equipo ya que los miembros al competir olvidan los objetivos del equipo substituyéndolos por el objetivo de ganar la competencia artificialmente generada.

Si llamamos **E** a la matriz que representa el equipo, **n** el número de renglones y **m** al número de columnas podemos establecer los siguientes cálculos para comprobar los criterios arriba mencionados y comprobar así que el equipo representado por la matriz **E** es un equipo estable y eficiente:

Criterio 1.- Tamaño: $3 \leq n \leq 5$ y $m=9$ siendo **n** el número de renglones que es igual al **numero de miembros** del equipo y **m** el numero de columnas que es el **numero de perfiles** que se van a considerar para definir la personalidad de los equipos.

Criterio 2.- Diversidad: Todos los perfiles deben de estar cubiertos.
Si el promedio general de los valores de la matriz queda definido como:

$$VPromedio = (\sum_{i=1}^{i=n} (\sum_{j=1}^{j=m} E(i, j))) / n * m$$

Y la desviación estándar σ de todos los valores de la matriz. Puede especificarse como σ de $E(i, j)$ para toda i desde $i=1$ hasta $i=n$ y toda j desde $j=1$ hasta $j=m$
Entonces el valor mínimo para que un perfil quede cubierto debe estar por encima de **VPromedio** - σ y la suma de la columna de dicho perfil debe estar por encima de **(VPromedio - σ) * n**, de no ser así el perfil se puede considerar como no cubierto en el equipo representado por la matriz **E**.

Criterio 3.- Balanceo: Todos los perfiles deben cubrirse de manera similar, sin que ninguno de ellos este acentuado o ausente en el equipo.

Si $S(j) = \sum_{i=1}^{i=n} E(i, j)$ **S(j)** representará de perfiles de todo el equipo para la columna j .

Si también hacemos

S promedio = $\sum_{j=1}^{j=m}$ para $j \neq \text{Columna del lider } S(j)) / 8$, en el caso de los perfiles de belbin la columna del líder es = 4

$S(j)$ será el promedio de los valores de las sumas de todas las columnas

Y si $\sigma(j)$ es la desviación estándar de los valores de $S(j)$ entonces en el caso de utilizar los perfiles de Belbin debe cumplirse que

para $j=1,2,3,5,6,7,8,9$ $S(j) \leq S \text{ promedio} + \sigma(j)$ y que

para $j=1,2,3,5,6,7,8,9$ $S(j) \geq S \text{ promedio} - \sigma(j)$

Esto es que todos los valores de **S(j)** estén dentro del rango que se obtiene del promedio de valores y su desviación estándar.

Podemos decir que si alguna de estas dos ultimas condiciones no se cumple para alguna j se considera que el perfil número j no está balanceado y no se cubre correctamente por el equipo. Si está por arriba del rango el perfil está demasiado acentuado en el equipo y si está por debajo del rango el perfil no está suficientemente cubierto en relación a los demás perfiles.

Criterio 4.- Personalidad: Solo debe haber un miembro con perfil de líder, en el caso de los perfiles de Belbin es la columna 4, acentuado

Si **X(4)promedio** = $\sum_{i=1}^{i=n} E(i, 4)) / n$ y **$\sigma(4)$** la desviación estándar de los valores de la columna 4, estos son los valores $E(i, 4)$ para $i=1$ hasta $i = n$, entonces debe cumplirse que

$E(i, 4) \geq X(4)promedio + \sigma(4)$ se cumple solo para un valor de i .

Si se cumple para más de un valor de i significa que hay mas de una persona con personalidad de líder y por lo tanto existe un posible conflicto en el liderazgo del equipo representado por la matriz **E**.

Para mayor detalle de los cálculos estadísticos de la distribución normal y del fundamento para la utilización de la desviación estándar y el promedio ver Mendenhall (1997) y Montgomery, Runger (1996).

En el modelo desarrollado consideramos que si los criterios no se cumplen se generan puntos de inestabilidad, un punto de inestabilidad es definido en este trabajo como un criterio que no se cumple en una ocasión, por ejemplo tomando el criterio 2 referente a la Diversidad consideramos que si no se cubren dos perfiles ese hecho generaría dos puntos de inestabilidad, tomando el criterio 3 referente al balanceo de los perfiles por ejemplo si tres perfiles no están debidamente cubiertos se generarían tres puntos de inestabilidad. El número de puntos de inestabilidad representa la cantidad de amenazas para que el equipo no funcione correctamente.

5.1 Desarrollo del Modelo.

En base a los cuatro criterios establecidos se desarrolló un modelo en hoja de cálculo para el análisis de las matrices de perfiles de belbin, el modelo aplica los criterios y marca las celdas de la hoja que representan riesgos para el equipo. Solo es necesario alimentar la identificación (iniciales) de los miembros de los equipos y el puntaje obtenido en cada uno de los perfiles. Se puede obtener una copia magnética de éste modelo en www.inwebinternational.com/osmasoftware/equipos está disponible con licencia en la modalidad de software libre.

Las siguientes figuras 5.1, 5.2, 5.3, 5.4 y 5.5 muestran los cálculos del modelo:

	A	B
1	Equipo 1	
2	Criterio 1	TP
3	Tamaño equipo	=10- CONTAR.BLANCO(A6:A16)
4		
5		
6	TALT	1
7	JAC	11
8	CAS	8
9	JOM	6
10	HGV	2
11	MPH	4
12	KML	8
13		
14		
15		
16		
17		
18	Criterio 2	Diversidad
19	Suma	=SUMA(B6:B15)
20	Promedio	=REDONDEAR(B19/\$B\$3,0)
21	DesvStd	=DESVEST(DESREF(B6:B15,0,0,\$B\$3,1))
22	LimitSup	=B20+B21
23	LimitInf	=B20-B21
24		

Figura 5.1 Formulas del Criterio 1 tamaño del Equipo. Fuente: Resultado del modelo programado en Excel propiedad de Microsoft.

Para la revisión del Criterio 1 Tamaño del Equipo, se puede observar en la celda B3 de la figura 5.1 como se cuenta y almacena el número de miembros del equipo.

	H	I	J
1			
2	IM	TE	ES
3			=\$B\$3*\$J\$4
4	=PROMEDIO(\$B\$6:\$J\$15)	=DESVEST(\$B\$6:\$J\$15)	=REDONDEAR(PROMEDIO(\$B\$6:\$J\$15) - DESVEST(\$B\$6:\$J\$15),0)
5			
6	12	4	12
7	7	10	11
8	4	10	20
9	17	5	7
10	3	3	12
11	5	11	11
12	4	10	15
13			
14			
15			
16			

Figura 5.2 Formulas para cálculos del Criterio 2 Diversidad. Fuente: Resultado del modelo programado en Excel propiedad de Microsoft.

La figura 5.2 muestra como se analiza el Criterio 2 y se llevan a cabo los cálculos generales: en la celda J4 se calcula el límite inferior de puntos por celda y en la J3 el limite general inferior de la suma de cada columna.

	A	B	C	D
13				
14				
15				
16				
17				
18	Criterio 2	Diversidad		Todos los perfiles deben estar cubiertos
19	Suma	=SUMA(B6:B15)	=SUMA(C6:C15)	=SUMA(D6:D15)
20	Promedio	=REDONDEAR(B19/\$B\$3,0)	=REDONDEAR(C19/\$B\$3,0)	=REDONDEAR(D19/\$B\$3,0)
21	DesvStd	=DESVEST(DESREF(B6:B15,0,0,\$B\$3,1))	=DESVEST(DESREF(C6:C15,0,0,\$B\$3,1))	=DESVEST(DESREF(D6:D15,0,0,\$B\$3,1))
22	LimitSup	=B20+B21	=C20+C21	=D20+D21
23	LimitInf	=B20-B21	=C20-C21	=D20-D21
24				
25				
26				
27	Criterio 3			Todos los perfiles debe estar balanceados
28	Criterio3Sup	=\$E\$32 - B19	=\$E\$32 - C19	=\$E\$32 - D19
29	Criterio3Inf	=B19 - \$G\$32	=C19 - \$G\$32	=D19 - \$G\$32
30				
31		Datos de los totales		DesvStd=
32				Criterio3Sup

Figura 5.3 Formulas para el Criterio 2 Diversidad. Fuente: Resultado del modelo programado en Excel propiedad de Microsoft.

Para revisar el Criterio 2 Diversidad en las celdas del renglón 19 de la figura 5.3 se suman los puntos de cada perfil, en el renglón 20 se obtiene el promedio por perfil y se comparan por medio de un formato condicional con los valores J4 y J3 .

	E	F	G
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19	=SUMA(E6:E15)	=SUMA(F6:F15)	=SUMA(G6:G15)
20	=REDONDEAR(E19/\$B\$3,0)	=REDONDEAR(F19/\$B\$3,0)	=REDONDEAR(G19/\$B\$3,0)
21	=DESVEST(DESREF(E6:E15,0,0,\$B\$3,1))	=DESVEST(DESREF(F6:F15,0,0,\$B\$3,1))	=DESVEST(DESREF(G6:G15,0,0,\$B\$3,1))
22	=E20+E21	=F20+F21	=G20+G21
23	=E20-E21	=F20-F21	=G20-G21
24			
25			
26			
27			
28	0	=\$E\$32 - F19	=\$E\$32 - G19
29	0	=F19 - \$G32	=G19 - \$G32
30			
31	=DESVESTP(B19,C19,D19,F19,G19,H19,I19,J19)	Promedio=	=SUMA(B19,C19,D19,F19,G19,H19,I19,J19)/8
32	=\$G31 + \$E31	Criterio3Inf	=\$G31 - \$E31
33			
34			

Figura 5.4 Formulas para el Criterio 3 Balanceo. Fuente: Resultado del modelo programado en Excel propiedad de Microsoft.

Para revisar el Criterio 3 de Balanceo en la figura 5.4, se hacen los cálculos para las sumas por perfil: la celda E31 calcula la desviación estándar de las sumas, la celda G31 calcula el promedio de las sumas y las E32 y G32 los límites inferiores y superiores para aplicar el criterio 3 en las líneas 28 y 29 mediante un formato condicional.

	A	B	C
34	Criterio 4	Prevención del síndrome de Apolo	
35			Criterio4Sup - Puntaje de lider
36	=SI(IGUAL(ESPACIOS(A6),"",A6))	=SI(E6=0,"",E6)	=SI(E6>0,\$B\$50-B36,"")
37	=SI(IGUAL(ESPACIOS(A7),"",A7))	=SI(F7=0,"",F7)	=SI(F7>0,\$B\$50-B37,"")
38	=SI(IGUAL(ESPACIOS(A8),"",A8))	=SI(E8=0,"",E8)	=SI(E8>0,\$B\$50-B38,"")
39	=SI(IGUAL(ESPACIOS(A9),"",A9))	=SI(E9=0,"",E9)	=SI(E9>0,\$B\$50-B39,"")
40	=SI(IGUAL(ESPACIOS(A10),"",A10))	=SI(E10=0,"",E10)	=SI(E10>0,\$B\$50-B40,"")
41	=SI(IGUAL(ESPACIOS(A11),"",A11))	=SI(E11=0,"",E11)	=SI(E11>0,\$B\$50-B41,"")
42	=SI(IGUAL(ESPACIOS(A12),"",A12))	=SI(E12=0,"",E12)	=SI(E12>0,\$B\$50-B42,"")
43	=SI(IGUAL(ESPACIOS(A13),"",A13))	=SI(E13=0,"",E13)	=SI(E13>0,\$B\$50-B43,"")
44	=SI(IGUAL(ESPACIOS(A14),"",A14))	=SI(E14=0,"",E14)	=SI(E14>0,\$B\$50-B44,"")
45	=SI(IGUAL(ESPACIOS(A15),"",A15))	=SI(E15=0,"",E15)	=SI(E15>0,\$B\$50-B45,"")
46	Perfil de Lider		
47	Suma	=E19	
48	Promedio	=E20	
49	DesvStd	=E21	
50	LimitSup	=\$B48 + \$B49	
51			

Figura 5.5 Formulas para el Criterio 4 Personalidad de Líder. Fuente: Resultado del modelo programado en Excel propiedad de Microsoft.

Finalmente la figura 5.5 muestra la aplicación del criterio 4 de Personalidad de líder las celdas de los renglones 36 al 45 utilizan los valores promedio, desviación estándar y rango superior de la columna 4 para determinar por medio de un formato condicional cuales miembros tienen un perfil de líder superior al rango de los datos.

5.2 Recolección de datos.

La recolección de datos se llevo a cabo utilizando el auto inventario de Belbin, que es un conjunto de aseveraciones a las cuales el participante les asigna una cantidad de puntos de 10 disponibles por conjunto, según se sienta cómodo con cada una de ellas. Las aseveraciones se relacionan con el perfil que se evalúa, de esta manera el auto inventario obtiene un valor numérico para cada perfil de cada participante. El instrumento tiene siete secciones y se cuentan con 10 puntos para distribuir en las aseveraciones de cada sección, dando un total de 70 puntos por aplicación. Los 70 puntos se distribuyen entre los nueve perfiles sin que el participante conozca que perfil evalúa cada aseveración. Al final se cuenta con nueve valores que representan el puntaje por perfil para el participante.

El auto inventario actualmente se aplica por Internet en el sitio oficial www.belbin.com proporcionando como resultado los valores de los perfiles y algunos otros reportes complementarios.

El objetivo de éste estudio no es enfocarse a la toma recolección de datos, sino al análisis cuantitativo una vez que se cuenta con la matriz que define los perfiles para cada miembro del equipo.

5.3 Análisis de los equipos del experimento: Aplicación del modelo.

La matriz que define equipo original o de control y el equipo experimental para la aplicación de la herramienta OSMA, fue analizada con el modelo y mostramos a continuación los resultados del análisis.

Primero presentamos el modelo aplicado al equipo de control también llamado Equipo Original o Equipo Número 1:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	Equipo 1									
2	Criterio 1	TP	IR	CO	LI	MO	TE	IM	TE	ES
3	Tamaño equipo	7	El tamaño del equipo debe estar entre 3 y 5 miembros							21.00
4							7.78	4.33	3.00	
5										
6	TALT	1	3	15	7	8	8	12	4	12
7	JAC	11	8	3	11	4	5	7	10	11
8	CAS	8	5	6	9	6	2	4	10	20
9	JOM	6	6	6	7	9	7	17	5	7
10	HGV	2	2	12	17	18	1	3	3	12
11	MPH	4	10	11	11	3	4	5	11	11
12	KML	8	4	6	10	6	7	4	10	15
13										
14										
15										
16										
17										
18	Criterio 2	Diversidad	Todos los perfiles deben estar cubiertos							
19	Suma	40	38	59	72	54	34	52	53	88
20	Promedio	6	5	8	10	8	5	7	8	13
21	DesvStd	3.59	2.82	4.28	3.40	4.99	2.67	5.19	3.41	4.04
22	LimitSup	9.59	7.82	12.28	13.40	12.99	7.67	12.19	11.41	17.04
23	LimitInf	2.41	2.18	3.72	6.60	3.01	2.33	1.81	4.59	8.96
24										
25										
26										
27	Criterio 3		Todos los perfiles debe estar balanceados exceptuando la columna de Lider							
28	Criterio3Sup	28.11	30.11	9.11	0.00	14.11	34.11	16.11	15.11	-19.89
29	Criterio3Inf	3.61	1.61	22.61	0.00	17.61	-2.39	15.61	16.61	51.61
30										

Figura 5.6 Modelo Aplicado al Equipo de Control Primera Parte Criterios 1,2 y 3. Fuente:
Resultado del modelo programado en Excel propiedad de Microsoft.

Primeros tres criterios aplicados para el equipo 1, en la figura 5.6 se observa que existen dos perfiles no balanceados. El especialista con tendencias hacia arriba y el de terminador con tendencias a la baja.

	A	B	C	D	E	F
1						
2						
3	Resumen de Resultados del Análisis de Sensibilidad del Equipo 1					
4				Total	Miembros	
5		Perfiles		Puntos de	Potenciales	
6		No	Perfiles	Inestabilidad	Síndrome	
7	Equipo 1	Cubiertos	No Balanceados	Generados	Apolo	
8	Completo					
9		0	2	2	1	
10	Miembro que					
11	Abandona					
12	Proyecto					
13	CAS	0	3	3	1	
14	HGV	0	1	1	2	
15	JAC	0	3	3	1	
16	JOM	0	2	2	1	
17	KML	0	2	2	1	
18	MPH	0	3	3	1	
19	TLT	0	2	2	1	
20						
21	Conclusion: los miembros CAS, JAC y MPH producirían la mayor inestabilidad al dejar el proyecto					
22	El miembro HGV produciría el menor efecto de inestabilidad al abandonar el proyecto					
23						

Figura 5.8 Modelo Aplicado al Equipo de Control Resumen de Resultados. Fuente: Resultado del modelo programado en Excel propiedad de Microsoft.

El análisis de sensibilidad para el equipo 1 se muestra en la figura 5.8 en cuanto al abandono del proyecto por parte de un miembro del equipo. Para calcular estos números solo se eliminó el renglón del miembro respectivo del modelo del Equipo 1.

A continuación mostramos el modelo aplicado al Equipo Experimental:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	Equipo 2									
2	Criterio 1	TP	IR	CO	LI	MO	TE	IM	TE	ES
3	Tamaño equipo	7	El tamaño del equipo debe estar entre 3 y 5 miembros							35.00
4							7.78	3.32		5.00
5										
6	APG	17	7	7	7	2	4	10	8	8
7	GPCV	7	7	5	7	5	9	15	10	5
8	JALL	8	4	3	12	9	6	13	10	5
9	MPH	4	10	11	11	3	4	5	11	11
10	RYC	10	11	6	8	8	5	5	7	10
11	SGR	7	9	8	10	14	4	4	6	8
12	JSM	4	7	14	12	7	12	7	6	1
13										
14										
15										
16										
17										
18	Criterio 2	Diversidad	Todos los perfiles deben estar cubiertos							
19	Suma	57	55	54	67	48	44	59	58	48
20	Promedio	8	8	8	10	7	6	8	8	7
21	DesvStd	4.45	2.34	3.73	2.23	4.06	3.09	4.31	2.06	3.44
22	LimitSup	12.45	10.34	11.73	12.23	11.06	9.09	12.31	10.06	10.44
23	LimitInf	-3.55	-5.66	-4.27	-7.77	-2.94	-2.91	-3.68	-5.94	-3.56
24										
25										
26										
27	Criterio 3		Todos los perfiles debe estar balanceados exceptuando la columna de Lider							
28	Criterio3Sup	1.03	3.03	4.03	0.00	10.03	14.03	-0.97	0.03	10.03
29	Criterio3Inf	9.28	7.28	6.28	0.00	0.28	-3.72	11.28	10.28	0.28
30										
31		Datos de los totales		DesvStd=	5.16	Promedio=	52.875			
32				Criterio3Sup	58.03	Criterio3Inf	47.72			
33										

Figura 5.9 Modelo Aplicado al Equipo Experimental Primera Parte Criterios 1,2 y 3. Fuente: Resultado del modelo programado en Excel propiedad de Microsoft.

La figura 5.9 muestra el análisis de los primeros tres criterios aplicados para el equipo experimental, se observa que existen dos perfiles no balanceados el de Implementador con tendencias hacia arriba y el de terminador con tendencias a la baja.

[illegible]

La figura 5.10 muestra el análisis del Criterio 4 de Personalidad para el equipo experimental, no se observa ninguna persona con tendencias de liderazgo, el líder formal del equipo fue JALL, no se presentó síndrome de Apolo.

	A	B	C	D	E	F	G
1							
2	Resumen de Resultados del Análisis de Sensibilidad del Equipo 2						
3				Total	Miembros		
4		Perfiles		Puntos de	Potenciales		
5		No	Perfiles	Inestabilidad	Síndrome		
6		Cubiertos	No Balanceados	Generados	Apolo		
7	Equipo 1						
8	Completo						
9		0	2	2	0		
10	Miembro que						
11	Abandona						
12	Proyecto						
13	APG	0	4	4	0		
14	GPCV	0	2	2	0		
15	JALL	0	4	4	1		
16	JSM	0	2	2	1		
17	MPH	0	4	4	2		
18	RYC	0	4	4	0		
19	SGR	0	3	3	0		
20							
21	Conclusion: los miembros APG,JALL, MPH y RYC producirían la mayor inestabilidad al dejar el proyecto						
22	Los miembros GPCV y JSM producirían el menor efecto de inestabilidad al abandonar el proyecto						
23	Al partir MPH generaría un posible conflicto del síndrome de Apolo						
24							

Figura 5.11 Modelo Aplicado al Equipo Experimental Resumen de Resultados. Fuente: Resultado del modelo programado en Excel propiedad de Microsoft.

El análisis de sensibilidad para el equipo experimental se muestra en el resumen de la figura 5.11 que asume el abandono del proyecto por parte de un miembro del equipo. Para calcular estos números solo se eliminó el renglón del miembro respectivo del modelo del Equipo Experimental.

Los dos equipos muestran ser similares incluso en los riesgos que presentan cuándo sus miembros abandonan hipotéticamente el proyecto. El modelo permite comprobar cuantitativamente tales similitudes.

6 Conclusiones y líneas de investigación futura.

Los resultados obtenidos muestran y comprueban la hipótesis de que los equipos son equivalentes, adicionalmente lo que se encontró en los análisis de sensibilidad coincide con las observaciones reales que se ocasionaron al partir algunos miembros del equipo original.

La facilidad de modelar un equipo proporciona al administrador la posibilidad de negociar intercambio de miembros sin poner en riesgo los proyectos, a su vez permite que conozca las debilidades de los equipos y pueda llevar a cabo acciones correctivas antes de que aparezcan los primeros signos de problemas en los proyectos.

La implementación cuantitativa de los cuatro criterios planteados como base tiene su fundamento en las mediciones y parámetros de la distribución normal que aplicada en el contexto de este estudio muestra su gran poder para predecir eventos, el cual nos permite llegar al modelo y de ahí a la simulación obteniendo de esta forma la posibilidad de montar escenarios que en la vida real son costosos o imposibles de ensayar, como por ejemplo simular la partida de un miembro de un equipo o la llegada de otro.

Los cuatro criterios aquí planteados resumen en forma cuantitativa el conocimiento con el que se cuenta actualmente respecto al comportamiento de los equipos y proporcionan una directriz para analizar los grupos de trabajo, hay que recordar el valor que para una organización tienen los equipos estables y exitosos que no solo logran terminar proyectos con calidad y oportunidad, sino que incluso trascienden los proyectos y en ocasiones no solo trascienden los proyectos sino las organizaciones mismas, la literatura documenta una buena cantidad de casos de este tipo de grupos que son generadores de éxito y riqueza en forma natural Davis, Millburn, Murphy y Woodhouse(1992).

Las líneas de investigación futura apuntan hacia el estudio de un mayor número de equipos de trabajo de software que lleven a cabo proyectos complejos y de larga duración para validar los criterios aquí propuestos y el modelo obtenido, adicionalmente establecer indicadores y relaciones cuantitativas entre los perfiles del equipo y los problemas específicos que se presentan en los proyectos de software.

Estudiar problemas tales como:

1. Comunicación con los clientes del proyecto.
2. Calidad e interpretación de los requerimientos del software.
3. Productividad en el desarrollo de software

Y su relación con los valores de los perfiles.

Utilizar otros tipos de perfiles además de los de Belbin.

El objetivo será enriquecer el modelo para que sea posible predecir los problemas más frecuentes que un equipo puede mostrar aún antes de entrar en funciones.

El considerar el equipo de trabajo no como un conjunto de individuos, sino como un ente que puede ser comparado en forma integral con otro ente similar, esa es la intención de éste estudio. El grupo de trabajo toma personalidad propia y se puede representar cuantitativamente como si fuera un individuo, considerando y representando los matices de su personalidad grupal.

Referencias

- [Ayestarán, S. y Aritzeta, A. (2003), Aplicabilidad de la teoría de los roles de equipo de Belbin: un estudio longitudinal comparativo con equipos de trabajo. *Revista de psicología general y aplicada: Revista de la Federación Española de Asociaciones de Psicología*, 56(1), 2003 , pp 61-75
- Belbin Associates (2007), Belbin Team Roles. Sitio oficial Recuperado el 13 de Noviembre de 2007 de <http://www.belbin.com>.
- Belbin, R. M. (1981). *Management Teams: Why They Succeed or Fail*. Butterworth-Heinemann: Oxford.
- Belbin, R. M. (1993) *Team Roles at Work*; Butterworth-Heinemann; London, UK: Oxford University Press Oxford.
- Campbell, D.T. & Stanley, J.C. (1966), *Experimental and Quasi Experimental Social Research Design*; N. York: Rand McNally Co. Academia Press
- Chong, E. (2007). Role balance and team development: A study of team role characteristics underlying high and low performing teams. *Journal of Behavioral and Applied Management*, May, 2007 pp. 202-207.
- Cresswell, J. W. (2003). *Research Design: Qualitative, Quantitative and Mixed Methods Approaches* (Second ed.). Thousand Oaks, CA: Sage Publications.
- Davis, J., Millburn, P., Murphy, T. & Woodhouse, M. (1992), *Successful Team Building: How to Create Teams that Really Work*; London :Kogan Page
- Higgs, M., Plewnia, U. & Ploch J. (2005) Influence of team composition and task complexity on team performance. *Team Performance Management*; 11(7/8), 227-250
- Jiang, Z. & Comstock, C. (2007) The Factors Significant to Software Development Productivity. *Proceedings of World Academy of Science, Engineering and Technology* 2, 160-164
- Jiang, Z., Naudé, P., and Comstock, C. (May, 2007) The Variation of Software Development Productivity 1995-2005. *Proceeding of World Academy of Science, Engineering and Technology*, 21, 355-359
- publications.html.en
- Mendenhall, W. (1997). *Probabilidad y estadística para ingeniería y ciencias*. New York: Ed. Prentice-Hall.
- Montgomery, D. C. , Runger, G.C. (1996). *1. Probabilidad y Estadística aplicadas a la ingeniería*. New York: Ed. McGraw-Hill.
- Moral, I. (2006). Comparación de Medias, Métodos Estadísticos para Enfermería Nefrológica, Consultado el 31 de Jul. 2009 de <http://www.seden.org/>
- Parker, G. M. (1990), *Team Players and Teamwork: The Competitive Business Strategy*; Oxford , U.K.: Jossey-Bass
- Prieto, M. (2008). Generación Automática de Software para Aplicaciones Empresariales: Un nuevo enfoque para el desarrollo de software, *Innovación, Investigación Aplicada: Una visión empresarial*. 1,(1), 1, 33-37

- Prieto, M. (2008). Método Cuantitativo de Integración y Comparación de grupos de Trabajo en Desarrollo ó Instalación de Software, Veritas Seminario de Investigación de la Universidad Regiomontana Edición 2008, 98
- Prieto, M. (2008).Sitio Oficial de OSMA, Consultado el 10 Nov. 2008
<http://www.osmasoftware.com>
- Rajendran, M. (2005). Analysis of team effectiveness in software development teams working on hardware and software environments using Belbin self -perception inventory. *The Journal of Management Development*, 24, 7/8, 738-753.

MANUEL PRIETO DE HOYOS



Con estudios superiores de Matemáticas, Ciencias Computacionales, Administración y más de 25 años de experiencia, el Dr. Manuel Prieto ha dedicado gran parte de su vida profesional a la docencia, destacándose como maestro Invitado en la Universidad de Nebraska en Lincoln y actualmente imparte cátedra en la Universidad Regiomontana como maestro de tiempo completo en la Dirección de Carreras de Informática de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura.

Además de la docencia y la investigación ha desarrollado su propia empresa de software: MPH Desarrollos Computacionales SA de CV de la cual es Director desde 1986. Dedicándose exclusivamente a esta empresa desde 1986 hasta 1997.

Como consultor y desarrollador de Software, ha realizado proyectos en las áreas de aplicación tales como Control de la Producción, Administración de Proyectos y Desarrollos en Internet. Destacando su participación en los proyectos del año dos mil para fábricas de software de la localidad Sofftek y Kernel apoyando en la dirección operativa de dichas fábricas al inicio de sus funciones.

Su interés gira alrededor de la productividad en el desarrollo de software y la formación de equipos de desarrollo de software de alta eficiencia así como la generación automática de código para aplicaciones empresariales. Ha publicado diversos artículos relacionados con estos temas.

Escolaridad

Doctor en Filosofía con Especialidad en Administración y con Línea de Investigación de Informática.

Tema de Tesis Doctoral: Desarrollo de Objetos de Software en la Administración: Caso de Innovación mención Honorífica Magna Cum Laude de la Universidad Autónoma de Nuevo León.

Master in Sciences, Department Of Computer Sciences and Engineering,
University of Nebraska-Lincoln, 1977 a 1980. Becario LASPAU.

Ingeniero Químico, Universidad Autónoma de Coahuila, 1970 a 1975,
Becario del Municipio de Piedras Negras, Coah.

Bachiller, Ateneo Fuente, 1968 a 1970, Becario del club Rotario de
Piedras Negras, Coah.