

## INTRODUCCIÓN

En la presente tesis se desarrolla un prototipo de SSD mediante una técnica que reúne los juicios y opiniones de la personas involucradas en el proceso de toma de decisión. La toma de decisión es una actividad intelectual esencial, que forma parte de la fase creativa de todo proyecto que se desea abordar y sin la cual este no puede progresar. La institución educativa necesita adoptar una estrategia relacionada con la toma de decisiones, si bien es cierto, su constante preocupación por diferenciarse en materia de enseñanza del resto de instituciones educativas, la ha llevado a una importante consolidación de la marca, hoy el negocio tiene que dar respuestas para seguir diferenciándose en el tiempo. *Los doctores Zook y Allen, de Harvard, han desarrollado un estudio que revela que la diferenciación es 4 veces más importante en la performance de la empresa que el propio producto que esta provee. Mantener la diferenciación en el tiempo no es cosa fácil, esto no solo porque los competidores presionan, sino porque muchas veces el problema surge al interior de la organización [15].*

En la actualidad, muchas de las decisiones que se toman en las diferentes áreas de la corporación dejan de lado a las personas que se encuentran involucradas en el proceso de toma de decisión, simplemente quedan al margen y no se consideran sus juicios y opiniones. Durante el desarrollo de proyectos se toman decisiones complejas, esta complejidad viene marcada por el entorno de incertidumbre en el que se desarrollan, como es la trascendencia que muchas de estas decisiones tienen para el proyecto, debido a las responsabilidades que ello implica para los jefes de áreas o directores académicos, por las personas o cosas implicadas o afectadas por la decisión adoptada y

por los diferentes criterios o puntos de vista que hay que tener en cuenta y que a menudo están en conflicto. En tal sentido se necesita desarrollar mejores métodos y herramientas para evaluar la actuación de sus proyectos o alternativas.

En el marco de la Teoría de Decisión Multicriterio, se presenta una jerarquía general para el proceso de toma de decisiones, donde su estructura muestra los criterios a considerar para cada caso de aplicación y luego a través de una jerarquía particular se detallan las metas globales, criterios y alternativas correspondientes. El PAJ es quien proporciona para el equipo decisor una ventaja de simplicidad en su aplicación, el mismo que requiere que quien tome las decisiones proporcione evaluaciones respecto a la importancia relativa de cada uno de los criterios y que, después, especifique su preferencia con respecto a cada una de las alternativas de decisión y para cada criterio. Mediante este método se busca formaliza la comprensión intuitiva de un problema multicriterio complejo, mediante la construcción de un modelo jerárquico, que le permite al decisor estructurar el problema en forma visual. El modelo jerárquico básicamente contiene tres niveles: meta u objetivo, criterios y alternativas.

El desarrollo del prototipo de SSD mediante PAJ involucró a futuros usuarios del sistema y al investigador. En esta tesis se presentan tres casos de estudio para la aplicación del prototipo. El primero destinado la selección de proveedores, el segundo a la selección de un director académico para los niveles de inicial y primaria de una de las sedes y el tercero para la elaboración de un *ranking* de desempeño docente. En primer lugar se elabora un análisis de la situación actual por medio de un diagrama de flujo de datos y a continuación se programaron talleres que sirvieron para conocer a todos los integrantes de los equipos y para explicar la metodología a seguir, determinar el objetivo, criterios de evaluación y alternativas de decisión. Además estos talleres estuvieron relacionados a realizar las comparaciones pareadas por consenso. Finalmente se realizaron pruebas de prototipo con los usuarios, los mismos que sirvieron para contrastar la hipótesis de investigación. La partici-

pación de los miembros del equipo decisor estuvo limitada por las funciones que cumplen en el cargo que desempeñan.

El objetivo de la tesis es demostrar la influencia de la aplicación del prototipo de SSD mediante el PAJ para la toma de decisiones. En la sección I se desarrolla el protocolo de investigación, se realiza el planteamiento del problema a partir de un diagnóstico de la situación actual considerando los tres casos en mención. En la sección II se presenta primero, el marco de referencia donde se estudian aplicaciones del PAJ como soporte a la toma de decisiones para la gestión y selección de proveedores, selección multicriterio de un sistema ERP, participación ciudadana en planes de desarrollo sostenible, etc. En segundo lugar se presenta el marco teórico poniendo principal énfasis en el análisis de la consistencia de las opiniones vertidas, dado que en algunos casos, estos tienen un sustento subjetivo. Para ello, el concepto de autovector y autovalor juega un papel importante. En la sección III se presentan los aspectos metodológicos generales y luego específicos, donde destaca la metodología de aplicación del PAJ y el uso del software Expert Choice. En la sección IV se desarrolla el prototipo partiendo de una comprensión del problema para cada uno de los casos: selección del mejor proveedor para la construcción de aulas, selección de un director académico para los niveles de inicial y primaria y elaboración de un *ranking* de desempeño docente. En la sección V se muestran los resultados, es decir, se procede a la prueba de prototipo y a la contrastación de la hipótesis de investigación.

## **CAPÍTULO I**

### **PROTOCOLO DE INVESTIGACIÓN**

#### **1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

##### **1.1.1. Diagnóstico general**

La institución educativa inicia su funcionamiento en el año de 1980 como academia de preparación para el ingreso a las universidades, posteriormente en el año 1993 comienza a funcionar el primer colegio preuniversitario. Desde sus inicios se ha caracterizado por brindar una enseñanza de calidad con estilo propio y estrategias metodológicas innovadoras, hecho que le ha servido para mantener una creciente demanda. En la década de los '90 la situación de las academias preuniversitarias cambia, debido a que los centros universitarios ponen un mayor énfasis en la propuesta de ofrecer una doble alternativa para los postulantes, la cual era ofrecida por sus centros preuniversitarios, es así que la corporación ingresa al mercado de la educación básica regular. Esta situación obliga a resolver un problema, el problema de toma de decisiones. La decisión final recae en manos del director ejecutivo o promotor, quien cuenta, para nuestra investigación, con la administración de cinco sedes, cada área tiene una persona encargada, la cual alcanza al promotor una lista de necesidades y alternativas para ser solucionadas o viceversa. El promotor y la persona encargada analizan la situación, basándose principalmente en datos históricos, y proceden a tomar la decisión. En esta investigación presento el diagnóstico de tres casos de toma de decisiones.

En primer lugar para el caso de **seleccionar al mejor proveedor**

**para la construcción de aulas**, gran parte de los locales donde funcionan los colegios y academias son alquilados, cada fin de año los directores académicos y los promotores realizan el cálculo de alumnado que se recibirá el siguiente y con ello se presenta una situación muy singular para la corporación: la construcción de aulas para atender la cantidad de alumnos matriculados. Desde hace años el material preferido para la construcción es el *drywall*, debido a que permite una rápida y fácil instalación.

El encargado de realizar el contacto con los proveedores es el jefe de logística. El promotor, ingeniero supervisor y la contadora realizan las estimaciones de cálculos y presupuesto de la obra. Una vez aprobado el proyecto, pasa a tesorería para que efectúen los contratos y pagos respectivos. La decisión se toma, en la mayoría de los casos, a favor del proveedor que ofrezca mayor facilidad de pago respecto a los plazos, este a su vez subcontrata a otros proveedores y con ello se desencadena una serie de problemas como: demora para realizar las correcciones; supervisión aislada, el ingeniero y el maestro contratista coinciden pocas veces para una supervisión conjunta, el jefe de logística es el nexo entre ellos.

En el invierno del 2009 se habían terminado la construcción de tres aulas con capacidad de 30 alumnos cada una, dos baños (cuatro inodoros, dos lavaderos, dos urinarios), y un patio de 100 m<sup>2</sup>. Los techos de las aulas, en estas construcciones se componen de calamina por la parte exterior y baldosas por dentro. Sucedió entonces que un pequeño orificio en la calamina ocasionó un filtrado de agua en la parte interna, mojando dos baldosas y originando un charco dentro del aula. Los alumnos perdieron horas de clase que luego fueron recuperadas ya que las actividades académicas en el colegio lo permiten, pero si esta situación se hubiera presentado en una academia las posibilidades de recuperación de clase se ven reducidas por los tiempos que están en función de otras instituciones.

Para el segundo y tercer caso, es decir, para **seleccionar a un director académico para los niveles de inicial y primaria y para elaborar el *ranking* de desempeño docente** ya existía un estudio realizado por los directores académicos. El estudio consistió en aplicar cuatro instrumentos de evaluación a las profesoras para evaluar el desempeño docente. El objetivo era alcanzar al promotor una *ranking* de profesoras por sede, las mismas deberían ser consideradas para el año entrante con la renovación de sus contratos y una mejora de sueldos. El estudio resulta sumamente importante debido a que la corporación no cuenta con una política de estímulos para los docentes. Año tras año buenos docentes llegan a la institución y en muchos casos no se los logra retener porque no se tiene una información que valide su desempeño como profesional. Esta valoración vendría a significar un reconocimiento que contribuya al mejoramiento de la productividad del docente.

*En el campo de la gestión educativa, las políticas de estímulo apuntan especialmente al docente, verdadero motor del trabajo pedagógico. Y cuando se habla de políticas de estímulo se hace mención, implícita y explícitamente, a los distintos tipos de recompensas que el maestro obtiene durante el ejercicio de su labor. Es decir, las políticas de estímulo llegan a involucrar o envolver todo el proceso educativo, en la medida que su carácter motivador constituye el punto de partida de dicho proceso. En ese sentido, destacar el trabajo académico de los docentes significa no solo el reconocimiento al desarrollo de sus actividades sino también al compromiso institucional que estos asumen y que la institución asume con ellos [2].*

El estudio no presentaba una consolidación final de resultados, solo se limitaba a mostrar resultados de cada maestra, por separado, en cada uno de los instrumentos. Finalmente, el estudio también sirvió para considerar a cuatro candidatas para la selección de director académico.

### 1.1.2. Diagnóstico estratégico

Por medio de un análisis FODA se ha consolidado las principales fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas de la corporación:

#### VISIÓN:

Seremos líderes en brindar una educación de alto nivel académico con proyección universitaria y con una sólida formación en valores. Asimismo desarrollaremos el talento innato de nuestros alumnos, en un clima cálido y de afectividad, que posibilite el fortalecimiento de su autoestima y contribuya a diseñar y desarrollar con éxito su proyecto de vida.

#### MISIÓN:

Somos la mejor opción que brinda una educación de calidad en un clima de armonía y afectividad, con estilo propio y estrategias metodológicas innovadoras, sustentada en nuestra experiencia preuniversitaria y en profesionales expertos.

**Tabla 1: FODA de diagnóstico estratégico.**

#### ÁREA DE ANÁLISIS: ATENCIÓN A PADRES

FORTALEZAS	DEBILIDADES
<ol style="list-style-type: none"><li>1. Explicación de lo que ofrece Trilce: admisión y bienvenida.</li><li>2. Entrevista con padres de familia (profesoras, psicóloga, coordinación).</li><li>3. Informe de salud del alumno (vía telefónica).</li><li>4. Entrega de informes de progresos bimestralmente.</li><li>5. Talleres para padres.</li></ol>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Pocos ambientes de reunión.</li></ol>
OPORTUNIDADES	AMENAZAS
<ol style="list-style-type: none"><li>1. Implementar intranet para padres.</li></ol>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Horarios inaccesibles de los padres.</li></ol>

## ÁREA DE ANÁLISIS: PLAN DE ESTUDIOS

FORTALEZAS	DEBILIDADES
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Capacidad de las profesoras de adaptar los programas con los que se cuenta a nuestra realidad.</li> <li>2. Estructura curricular: por nivel inicial primaria, por grado, por área, por curso.</li> <li>3. Incremento de horas lectivas en diferentes cursos.</li> <li>4. Disposición del personal para capacitarse.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Falta de apertura y/o resistencia a las innovaciones.</li> </ol>
OPORTUNIDADES	AMENAZAS
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Incrementar las horas de inglés.</li> <li>2. Talleres de nivelación en inglés.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Poca colaboración de algunos Padres de Familia, que dificulta la ejecución de las actividades curriculares y extracurriculares.</li> </ol>



## ÁREA DE ANÁLISIS: PROCESO ENSEÑANZA-APRENDIZAJE

FORTALEZAS	DEBILIDADES
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Las aulas cuentan con carpetas adecuadas, computadora y proyector multimedia.</li> <li>2. Utilización de diversos instrumentos de evaluación.</li> <li>3. El profesor tiene libertad de aplicar nuevas metodologías en el dictado de sus clases y en su programación previa coordinación.</li> <li>4. La mayoría de los alumnos muestra interés por su trabajo en el aula.</li> <li>5. La institución brinda cursos de nivelación y recuperación académica para vencer las dificultades académicas.</li> <li>6. Los alumnos participan en concursos internos.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Desnivel de algunos alumnos nuevos en relación al grupo de alumnos antiguos debido a la poca exigencia académica de sus colegios de procedencia.</li> <li>2. Algunos alumnos perturban con su indisciplina el correcto dictado de las clases.</li> <li>3. Algunos alumnos no cumplen con el sistema de tareas diarias debido a la falta de hábitos de estudios.</li> <li>4. No todos los alumnos asisten a los cursos de nivelación y recuperación.</li> <li>5. Ruidos molestos del tráfico en las aulas que dan a la avenida.</li> </ol>
OPORTUNIDADES	AMENAZAS
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Realizar visitas de estudio que favorecen la interacción con su medio social.</li> <li>2. Contar con carpetas proyector multimedia en todas las aulas y acceso a Internet.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Falta de elaboración de un cartel de visitas de estudio por grados de acuerdo a los objetivos propuestos.</li> </ol>

## ÁREA DE ANÁLISIS: MATERIAL EDUCATIVO

FORTALEZAS	DEBILIDADES
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Uso de evaluaciones impresas: diarias, mensuales, bimestrales, simulacros.</li> <li>2. Uso de material psicopedagógico impresas: sesiones de tutoría, dípticos informativos y formativos, test de evaluaciones.</li> <li>3. Revisión constante de evaluaciones.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Falta adecuar la biblioteca como un espacio que promueva la lectura con actividades constantes.</li> <li>2. Implementación de laboratorio de Física y Anatomía.</li> </ol>
OPORTUNIDADES	AMENAZAS
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Contar con guías de clase en permanente revisión.</li> <li>2. Contar con evaluaciones por niveles de aprendizaje según la taxonomía de Blund.</li> <li>3. Mantener alianzas con algunas editoriales importantes.</li> <li>4. Implementar un museo de matemática.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Algunos padres de familia no cumplen con adquirir a tiempo los libros del Plan Lector.</li> </ol>

## ÁREA DE ANÁLISIS: EVALUACIÓN

FORTALEZAS	DEBILIDADES
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Existe una evaluación permanente tanto formativa como cualitativa. El sistema de evaluación permanente (intervenciones orales, exámenes mensuales, evaluaciones bimestrales, prácticas calificadas).</li> <li>2. Hay una dedicación constante en la disciplina de vida que regula lo académico y lo conductual.</li> <li>3. Existen preocupación del personal docente en cuanto a la asignación de tareas para el respectivo refuerzo académico.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Desconocimiento de los padres del sistema de evaluación.</li> </ol>
OPORTUNIDADES	AMENAZAS
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Aplicar pruebas estandarizadas.</li> <li>2. Implementación de un sistema de evaluación permanente (exámenes diarios de entrada y salida, simulacros para quinto y sexto grado).</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Realizar una evaluación personalizada por el exceso de carga académica.</li> </ol>

## ÁREA DE ANÁLISIS: DESEMPEÑO DOCENTE

FORTALEZAS	DEBILIDADES
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Planificación con anticipación de la programación.</li> <li>2. Permanente y oportuna información de cambios educativos.</li> <li>3. Adecuada coordinación por Nivel Educativo.</li> <li>4. Se programa supervisiones de las sesiones de clase.</li> <li>5. Revisión permanente del manejo de los instrumentos (registros, informes de progresos, evaluaciones diaria, plan lector).</li> <li>6. Supervisión de carpeta pedagógica.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Equipo docente en formación.</li> </ol>
OPORTUNIDADES	AMENAZAS
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Formación continua del personal: recursos propios y a través de convenios con editoriales (matemática, comunicación, inglés, computación, habilidades comunicativas docentes).</li> <li>2. Identificación con los principios y valores de la institución: espíritu de servicio, trabajo en equipo, espíritu de logro, innovar y crear.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Poco apoyo de los padres de familia en relación al cumplimiento de tareas.</li> <li>2. Desmotivación de los docentes.</li> </ol>

## ÁREA DE ANÁLISIS: INFRAESTRUCTURA Y MOBILIARIO

FORTALEZAS	DEBILIDADES
1. Carpetas adecuadas para los niveles de inicial y primaria.	1. Edificios con aulas reacondicionadas .
OPORTUNIDADES	AMENAZAS
1. Infraestructura por implementar: patios, aulas, coliseo, auditorio.	1. Creciente costo de alquiler de inmuebles

En consecuencia, las decisiones hoy se siguen tomando de manera individual o aislada, hecho que limita el abordaje adecuado de una situación compleja. Por ejemplo, en el caso de la selección de proveedores para la construcción de aulas, el jefe de logística tiene que coordinar el encuentro para la supervisión de la obra entre el maestro e ingeniero, el promotor se impacienta por la demora de la solución ya que esto daña la imagen institucional, los profesores no pueden cumplir con horarios de clase, alumnos con clases reprogramadas y padres de familia preocupados por pérdida de clase y salud de sus hijos, son algunas de las situaciones que se presentan en este ámbito.

Es necesario tomar decisiones que sean soportadas por un sistema de información que tenga como base un modelo matemático que considere precisamente a todas las personas involucradas en la toma de decisiones, donde además se puedan incluir juicios y evaluaciones subjetivas.

*La selección de proveedores es un proceso de decisión marcado por la complejidad que trae la necesidad de evaluar a los diferentes proveedores en función de criterios tanto de carácter cualitativo como cuantitativo y que, a menudo, pueden entrar en conflicto uno con otro [17].*

La tecnología tampoco puede ser ajena para dar solución a estas situaciones de debilidad y dificultad, en tal sentido se hace necesaria la formación de equipos de trabajo conscientes, dedicados a la labor de toma de decisiones y logren soportar el crecimiento y consolidar la marca.

La aplicación del Proceso Analítico Jerárquico con el soporte del software Expert Choice beneficiará no solo al equipo encargado de tomar las decisiones sino que además, fomentará al interior de la empresa, una cultura de responsabilidad y buenos hábitos en la práctica de tan importante tarea, que como hemos visto tiene una repercusión mayor.

### **1.1.3. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA**

¿En qué medida influye, en la toma de decisiones en una corporación educativa, la aplicación de un prototipo de SSD mediante el Proceso Analítico Jerárquico?

## **1.2. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.2.1. OBJETIVO GENERAL**

Demostrar la influencia de la aplicación del prototipo de SSD mediante el Proceso Analítico Jerárquico, para la toma de decisiones en una Institución educativa.

### **1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1.2.2.1. Establecer la influencia del prototipo de SSD mediante PAJ para la toma de decisiones en una Institución Educativa.

1.2.2.2. Analizar el impacto en el equipo decisor del Proceso Analítico Jerárquico para el modelamiento de la toma de decisiones.

### 1.3. JUSTIFICACIÓN Y DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

#### 1.3.1. IMPORTANCIA Y JUSTIFICACIÓN

Las organizaciones educativas en el Perú enfrentan el difícil reto de competir en un entorno global y de rápido crecimiento. Estas organizaciones deben ser hoy instituciones donde puedan diversificar los servicios que brindan y sobrevivir a los modelos económicos y normativas educativas del Estado. Como tal las instituciones educativas van generando información, la misma que tiene que ser analizada y procesada en su momento para que sus miembros dispongan de ella en bien de una adecuada toma de decisiones. Por lo tanto el desarrollo de un prototipo de SSD mediante PAJ para la toma de decisiones servirá esencialmente para determinar los requerimientos de información de los usuarios, es decir, formará parte del desarrollo del ciclo de vida del sistema de soporte a la decisión.

*El enfoque que apoyamos aquí es usar las elaboración de prototipo como una parte del Ciclo de Vida de Desarrollo de Software SDLC tradicional. Desde esta perspectiva, la elaboración de prototipos se considera como un método tradicional y especializado para determinar los requerimientos de información de los usuarios [7].*

En la corporación educativa existen algunos factores que dificultan la toma de decisiones, como por ejemplo: el aumento en el número de alternativas disponibles, el costo por cometer errores, información de difícil acceso. El equipo decisor tendrá un prototipo consistente que respaldará las decisiones a tomar, el mismo que permitirá unir los recursos intelectuales de los expertos con la capacidad del computador. Además se fomentará el uso de este prototipo para ser aplicado en otras áreas permitiendo a cada equipo enfocarse en los objetivos y la importancia relativa con la corporación. Por ejemplo, aplicarla en el área de Recursos Humanos en la selección de personal; en el área de Publicaciones para

proponer un plan de selección y contratación de personal técnico en digitación y diseño de textos, para cumplir con las fechas establecidas; en el área de Contabilidad para estimar los beneficios que se obtienen al comprar insumos y accesorios de buena calidad y originales para implementar y mantener oficinas, aulas, laboratorios, etc.

El prototipo SSD mediante PAJ aplicado a problemas de decisión multicriterio, tiene un sustento matemático y además plantea un análisis de sensibilidad que es aplicado a los juicios de valor, tangible o intangible, que brinda cada uno de los involucrados en la toma de decisiones, obteniendo soluciones que modelan racionalmente la forma de actuar del decidor y permita responder preguntas como: ¿Y qué pasa si? Es así que el PAJ se convierte en un modelo confiable para resolver problemas de toma de decisiones ya que permite organizar, priorizar y sintetizar temas complejos, además tiene el soporte del software Expert Choice. El mismo software permitirá explicar la validez del prototipo SSD de esta investigación y además podrá ser aplicado en otras situaciones.

### **1.3.2. DEMILITACIÓN**

Análisis de la selección de proveedores para la construcción de aulas, la selección de director académico para los niveles de inicial y primaria y elaboración de un *ranking* de desempeño docente en la corporación educativa en los últimos tres años (2009-2011).

Los costos de la investigación será asumida íntegramente por el investigador y la colaboración de las personas involucradas en el proyecto estarán limitadas a la dependencia de las funciones que cumplen en la institución.



## **1.4. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.4.1. HIPÓTESIS GENERAL**

La aplicación de un prototipo de SSD mediante el Proceso Analítico Jerárquico contribuye a incrementar los niveles de desempeño para la toma de decisiones en una Institución Educativa.

### **1.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS**

1.4.2.1. La aplicación de un prototipo de SSD mediante PAJ contribuye a incrementar los niveles de eficiencia, eficacia y calidad, para la toma de decisiones en una Institución Educativa.

1.4.2.2. La aplicación de un prototipo de SSD mediante PAJ contribuye a incrementar los niveles de desempeño del equipo decisor, para modelar la toma de decisiones en una Institución Educativa.

## **1.5. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES**

### **1.5.1. DEFINICIÓN CONCEPTUAL DE LAS VARIABLES**

**\* Prototipo de Sistema de Soporte a la Decisión mediante Proceso Analítico Jerárquico.**

Combina recursos intelectuales de los expertos con las capacidades de una computadora para mejorar la toma de decisiones en la Institución educativa.

**\* Proceso Analítico Jerárquico.**

Método multicriterio que reúne los juicios y opiniones de los expertos para la construcción de un modelo jerárquico que permite estructurar el

problema en forma visual.

**\* Desempeño en la toma de decisiones.**

Es la estimación del valor de las acciones que cumplen el prototipo de SSD y el equipo decisor para la toma de decisiones y se evidencia en los resultados que se obtienen.

**1.5.2. DEFINICIÓN OPERACIONAL DE LAS VARIABLES. Tabla 2.**

Variables	Dimensiones	Indicadores
Prototipo de Sistema de Soporte a la Decisión mediante Proceso Analítico Jerárquico.	Confiabilidad	Número de integridad de datos.
	Usabilidad	*Número de aplicaciones desarrolladas. *Número de participantes en aplicaciones desarrolladas. *Número de informes evacuados. *Número de archivos AHP.
Proceso Analítico Jerárquico.	Confiabilidad	*Número de integridad de datos.
	Usabilidad	*Número de aplicaciones desarrolladas. *Número de participantes en aplicaciones desarrolladas. *Número de modelos jerárquicos.

Variables	Dimensiones	Indicadores
Desempeño en la toma de decisiones.	Generación de resultados (prototipo)	<p>*<b>Eficiencia</b>, relación entre la producción de resultados y los juicios de valor o insumos utilizados. “Para emitir juicios de valor y ser usados en la toma de decisiones”.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Número de casos resueltos/Número de personas integrantes del equipo decisor. (Producto medio)</li> <li>-Gasto total del proyecto/Total de beneficiarios. (Costo medio)</li> </ul> <p>*<b>Eficacia</b>, mide el nivel de cumplimiento de los objetivos. “Para elegir la mejor alternativa y escenarios”.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Número de beneficiarios. (Cobertura)</li> <li>-% de contratos (decisiones) exitosas. (Impacto)</li> </ul> <p>*<b>Calidad</b>, capacidad para responder en forma consistente, rápida y directa a las necesidades del usuario. “Para responder rápida y directamente a las necesidades del usuario logrando una aprobación excelente”.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Número de usuarios satisfechos. (Percepción)</li> <li>-% de reportes estratégicos entregados en tiempo acordado. Fórmula=Sumatoria (Tiempo de procesamiento de solicitudes de reportes individuales)/Número de reportes evacuados. (Oportunidad)</li> </ul>
	Interdependencia positiva (equipo decisor)	<p>*Responsabilidad individual referidas al cumplimiento del compromiso individual frente a la tarea grupal.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-% de reportes entregados.</li> <li>-% de aportaciones escritas y orales.</li> </ul> <p>*Propuesta de método para plantear ideas y puedan coordinarse mutuamente.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-% de propuestas entregadas (tabla resumen, organizadores visuales).</li> </ul>

Variables	Dimensiones	Indicadores
	Construcción de significados (equipo decisor)	<p>*Explica y hace comprensible una idea expresando punto de vista apoyado en razones.</p> <p>-% de intervenciones orales o escritas describiendo la situación para explicar punto de vista.</p> <p>*Justifica la incorporación de evidencias o fundamenta una idea o contenido con su experiencia.</p> <p>-% de evidencias mostradas (contratos, evaluaciones, reportes) para sustentar su experiencia en el campo.</p>
	Relaciones psicosociales (equipo decisor)	<p>*Diálogo social con expresiones que favorecen la participación en la discusión.</p> <p>-% de expresiones favorables oral o escrita ("buenos días", "Hola a todos", "Atentamente").</p>

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO DE REFERENCIA DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN**

Dentro del ámbito de la supervivencia y el crecimiento de las corporaciones educativas, estas dependen cada vez más de las decisiones que se toman, de su calidad (desde el punto de vista de la información que se utiliza) así como de su oportunidad. Pero las decisiones hoy, difícilmente se toman en forma individual o aislada, la participación de múltiples personas que aportan su experiencia se ha hecho imprescindible para poder abordar la complejidad de los problemas de decisión.

*Los SSD, nacen como una necesidad de las empresas para tener información exacta cuando es requerida, reducir costos, realizar cálculos rápidos, eliminar límites cognitivos y de almacenamiento de información [5].*

El software Expert Choice es una alternativa útil para el soporte a la toma de decisiones. Mediante el PAJ se cuantifican los juicios y opiniones del equipo decisor sobre la base de una jerarquía donde se encuentra “el objetivo” en el nivel más alto, los criterios de decisión y las alternativas. Existen algunas áreas principales en la que se encuentran aplicaciones del PAJ, algunas de estas están relacionada con:

- Los procesos de gestión ambiental.
- Planificación estratégica.
- Planificación del territorio.
- Aspectos de salud poblacional.
- Selección de proveedores.

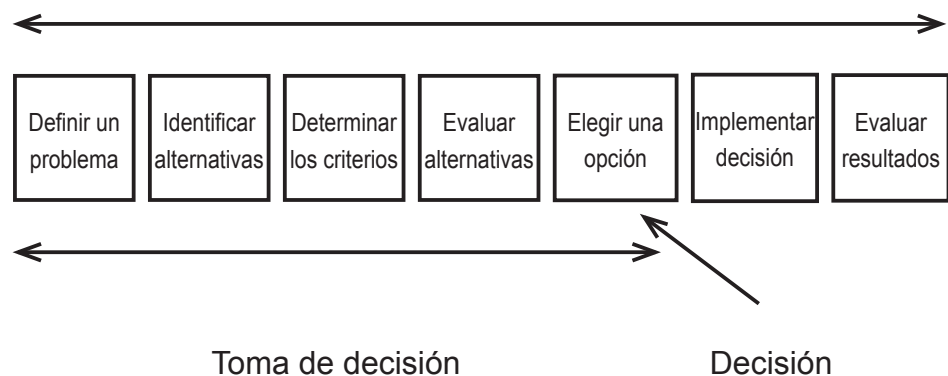
## EXPERIENCIAS DE APLICACIONES DE PAJ

### El Proceso de Análisis Jerárquico (AHP) como herramienta para la toma de decisiones en la selección de proveedores [17]

El presente trabajo está orientado al análisis y comprensión de la aplicación del método conocido como Proceso de Análisis Jerárquico. En él se muestran las bondades del método como herramienta para la toma de decisiones multicriterio, en los problemas que requieren incluir juicios y evaluaciones subjetivas de los criterios de decisión. Como caso práctico se presenta una aplicación del método en la selección de proveedor de la empresa Gráfica Comercial M y E S.R.L. La selección de un proveedor es un proceso de decisión marcado por la complejidad que trae la necesidad de evaluar a los diferentes proveedores en función de criterios tanto de carácter cualitativo como cuantitativo y que, a menudo, pueden entrar en conflicto uno con otro.

Toma de decisiones es el término que generalmente se asocia con las primeras cinco etapas del proceso de resolución de problemas. Así la toma de decisiones se inicia al identificar y definir el problema, y termina con la elección de una alternativa, que es el acto de tomar una decisión. Las tres primeras fases del proceso decisorio constituyen la “Estructuración del problema” y las dos últimas fases son del “Análisis del problema”.

**Figura 1: Fases del proceso decisorio para la resolución de problemas.**



Para aplicar el AHP se programaron talleres de trabajo, en los que participaron los responsables directos de las actividades relacionadas con el caso. Se realizaron dos talleres que tuvieron una duración de dos horas cada uno. Los talleres de trabajo sirvieron para identificar objetivos, los criterios de evaluación y las alternativas de decisión. Lo más importante es que las personas idóneas brindaron una emisión de juicios consistentes que es requisito indispensable para la correcta aplicación de AHP.

Para identificar a los participantes, se analizó primero la estructura funcional de la empresa, con la finalidad de establecer la relación de implicancia que tienen las unidades en el proceso de selección de proveedores.

### **Selección Multicriterio de un sistema ERP mediante las metodologías Proceso Analítico Jerárquico (AHP) y Proceso Analítico Neuronal (ANP) [16]**

En este trabajo se ha considerado un problema asociado a la actividad de una empresa dedicada a la distribución y transporte de paquetería en el contexto regional de Aragón y regiones vecinas. La principal actividad está centrada en el transporte de documentación de diversas entidades financieras.

El problema surgió durante el proceso de reestructuración desarrollado con el propósito de lograr una adecuada alineación a sus necesidades estratégicas de crecimiento. Durante este proceso se identificó la necesidad de actualizar el sistema informático empleado en la gestión de las diversas funciones y áreas de negocio. Dicha renovación implica la sustitución del actual sistema informático y la implantación de una nueva aplicación informática, sistema ERP (Enterprise Resource Planning), que facilite una gestión integrada de las actividades. A tal fin, la dirección decidió llevar a cabo un proceso de selección que permitiera identificar entre las alternativas disponibles cuál es aquella que se adapta mejor a

las características de su actividad y que representa una solución adecuada desde la perspectiva de los actores participantes en el proceso de toma de decisiones.

La empresa decidió emprender este proceso de selección utilizando una metodología racional que sirviera de apoyo en la adopción de la mejor decisión. Dicha metodología incluyó la aplicación de AHP (Proceso Analítico Jerárquico) y ANP (Proceso Analítico Neuronal).

En primer lugar se constituyó el grupo de trabajo responsable del desarrollo del proceso de toma de decisiones. Dicho grupo estuvo formado por cinco personas de los niveles jerárquicos superiores de distintos sectores de la empresa. A partir del trabajo grupal, se identificaron cinco criterios principales y atributos relevantes para la decisión.

En la siguiente fase el equipo realizó una exploración del mercado con la intención de recopilar suficiente información acerca de la oferta existente, e identificar en las herramientas disponibles los elementos que resultan de interés de cara a la meta establecida.

Como resultado de este análisis se determinó un conjunto de alternativas que verifican los requisitos básicos exigidos a una alternativa de solución. Una vez determinado este grupo inicial, se recabó más información, para adquirir un mayor conocimiento en el que apoyar el proceso de selección en las etapas siguientes. Se consideran en siguiente estudio los siguientes criterios para la elección de un ERP: Económico,

Administrativo, Logístico, Tecnológico y comercial. Además se consideran 17 atributos cada uno con su respectiva descripción. Seguidamente se realizó una valoración de la importancia relativa de los criterios y atributos y se calificó a cada una de las alternativas respecto de cada uno de ellos. En esta etapa se estimaron las ponderaciones correspondientes a los criterios y atributos considerando su aportación a la meta. Esta actividad estuvo a cargo de las personas más implicadas con el



proyecto, que poseen una perspectiva amplia del negocio, capaces de identificar los factores que contribuyen a la mejora global de la empresa.

### **Participación Ciudadana en los Planes de Desarrollo Sustentable [18]**

En la zona central de Chile, dentro de la denominada V Región de Valparaíso, el gobierno local decidió impulsar un plan de desarrollo sustentable de las diferentes provincias, de forma local para cada una de ellas, y con la participación directa de sus ciudadanos.

En la Provincia de San Antonio, el principal puerto comercial del país, se realizó un proyecto, liderado por la Gobernación de la Provincia, y la sede regional de la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA), con el objeto de definir dicho plan de desarrollo. Este sería el primer paso hacia un proceso integrador, que definiría el criterio de asignación de los fondos estatales para dicha Provincia.

El proyecto se encaró en tres fases: Una fase inicial de planificación, para la identificación de los participantes y difusión del proyecto; una fase de generación de la estrategia de desarrollo y una tercera fase de habilitación de un mecanismo de priorización de proyectos de acuerdo con la estrategia definida. Participaron del proceso, un total de 40 representantes de la Provincia, entre los cuales se contaban: miembros de diversas secretarías ministeriales y reparticiones públicas, gobierno provincial, educación primaria, secundaria y universitaria, salud privada y pública, empresarios privados de los principales rubros de la zona, juntas de vecinos, profesionales independientes y organizaciones sin fines de lucro.

Se utilizó el AHP para la construcción del modelo que definiría la estrategia de desarrollo sustentable de la provincia, en un plazo de cinco años, y para la asignación de los fondos de financiamiento de los pro-

yectos. En este sentido, los tipos de proyectos recibirían un puntaje en función de su alineamiento con la estrategia provincial.

Bajo el objetivo de la construcción de un plan integral de desarrollo provincial, ambientalmente sustentable para el mediano y largo plazo, para la Provincia de San Antonio, se generó una jerarquía de criterios, de 55 nodos terminales, con los siguientes criterios estratégicos y sus pesos asociados: Medio Ambiente Natural (32,9 %): Referido a la conservación, preservación y recuperación del medio ambiente en cuanto a sus recursos de agua, aire, suelo, flora y fauna. Medio Ambiente Construido (19,2%): Referido a todos los componentes asociados a servicios básicos (agua, luz, telecomunicaciones), así como a obras de infraestructura vial, portuaria e inmobiliaria. Actividad Productiva y de Servicios (19,7%): Referido a las actividades de producción tales como: agrícola, pesca, forestal y pecuaria, y de servicios, tales como: turismo, puerto, transporte y otras. Desarrollo Social (28,1%): Referido al desarrollo de organizaciones dedicadas a: seguridad ciudadana, cultura, deportes y recreación, así como organizaciones sociales, y programas sociales destinados a salud (preventiva o curativa), educación, vivienda y justicia.

Más allá de los números, el aporte más importante del AHP se refiere a la capacidad de incluir en el modelo jerárquico la visión de desarrollo que tenían los diversos organismos de la Provincia, y los conciudadanos (representantes) tuvieron acceso por primera vez, a intervenir en la forma en que se orientarán los planes de inversión en la Provincia y el tipo de desarrollo (destino) que desean para su territorio.

Cabe aquí recordar, que lo que normalmente sucede, es que este tipo de decisiones se tomen entre cuatro paredes (generalmente ubicadas en la capital), en función de la visión de algún iluminado planificador, que cree conocer las curvas de oferta y demanda agregadas, pero que a menudo ni siquiera conoce la zona, ni menos a la gente y sus reales preferencias. Por otra parte, cuando se realizan talleres de participación,

estos muchas veces se transforman en verdaderas encuestas de tipo estadístico, que pocos entienden y en las que al final, todos se preguntan en que influyó o de qué forma se consideró su opinión para el resultado final. Junto con otras experiencias de participación ciudadana (Plan de Desarrollo para Provincia de Quillota, Priorización de Lagos para uso Acuícola), es opinión de los autores, que la sensación prevaleciente de la ciudadanía respecto de este nuevo tipo de participación ciudadana, es que conlleva un vínculo directo con el modelo de desarrollo diseñado, y más importante aún, que ellos mismos pueden ver, sentir y calibrar en el proceso (generación del modelo jerárquico), esto es realizado en su mayor parte de forma interactiva, lo que permite capturar y reflejar de forma íntegra las opiniones e intereses de la ciudadanía.

### **Modelo para la Gestión de Proveedores Utilizando AHP Difuso [6]**

La gestión de proveedores es un elemento vital en la administración moderna de las organizaciones, sobre todo si se considera que a partir de la calidad de las entradas se puede garantizar la calidad de las salidas. Es por ello que se hace necesario que los gerentes encargados del aprovisionamiento tengan herramientas que les permitan tomar decisiones ágilmente, y en la medida de lo posible, que sean objetivas y fáciles de usar. Como respuesta a esta necesidad, se plantea en este artículo un modelo diseñado para administrar la gestión de proveedores en una organización de tipo comercial y de servicios. Dicho modelo está sustentado en el proceso de análisis jerárquico difuso, el cual ha demostrado ser muy efectivo en los procesos de toma de decisiones multicriterio. El modelo, además, se enmarca en los requisitos establecidos por las normas ISO 9000 y el ciclo de mejoramiento PHVA, lo cual lo hace compatible con las organizaciones que se encuentren certificadas o en proceso de certificación.

Frente a la gestión de proveedores, la norma ISO 9001 establece que: “La organización debe evaluar y seleccionar los proveedores en

función de su capacidad para suministrar productos de acuerdo con los requisitos de la organización. Deben establecerse criterios para la selección, evaluación y reevaluación”. Precisamente, estos criterios generan cierta complejidad al proceso, puesto que su carácter en la mayoría de los casos es eminentemente subjetivo, de ahí que se produzcan diferencias significativas en la calificación de un proveedor, lo cual depende de quién esté realizando la evaluación.

Como es tan importante la gestión de los proveedores, es imperativo eliminar la subjetividad, lo cual exige herramientas más concretas que permitan tener la tranquilidad en el proceso de toma de decisión, tanto en lo referente al resultado, como al proceso de llegar a él.

#### **Gestión de Información en el Proceso Analítico Jerárquico para la toma de decisiones de nuevos productos. Metodología de implementación [4]**

Las organizaciones deben tomar conciencia de su entorno a través de la exploración y el contacto con el exterior, y pueden adaptarse o controlar el entorno al que se enfrentan mediante actividades planificadas y proyección a futuro, evitando determinadas incertidumbres, seleccionando de manera cuidadosa huecos de mercado o emulando a otras organizaciones con éxito. Pero las actividades tienen que realizarse bajo un marco conjunto para gestionar tanto la escasez como la incertidumbre. En nuestro tiempo se hace cada vez evidente el potencial de las tecnologías de la información para reestructurar sectores económicos y para transformar la naturaleza básica de los negocios. Cualquier negocio puede hacer uso de las TI para influir en el poder de negociación de los proveedores, desarrollar nuevos productos, etc.

La información es el pilar de la organización ya que vincula a la organización con su entorno y es lubricante para las operaciones internas. Como consecuencia la información debe gestionarse como cualquier

otro recurso valioso. El sistema de gestión de la información debe asegurar que se proporcione a los centros de decisión la cantidad y calidad adecuada de información interna y externa, en el momento preciso y de carácter relevante. La teoría económica y especialmente la microeconomía, usualmente considera a sus agentes económicos racionales como entes que ordenan sus decisiones posibles según un único criterio que define sus preferencias. La modelización unicriterio consiste en llegar a un problema de optimización con restricciones en el que la solución óptima representa la mejor alternativa. En cambio la modelización multicriterio proporciona al tomador de decisiones una libertad de juicio. La modelización multicriterio es mucho más realista puesto que considera las pseudo restricciones como elementos de decisión, es decir, criterio. Por tanto va a tener sentido y es posible un análisis interactivo.

A pesar de que existe abundante software que automatiza la utilización de diversos modelos que sirven de apoyo a los diferentes procesos de toma de decisiones empresariales, es necesario que a éstos se les suministre la información adecuada para que su funcionamiento sea eficiente.

## **2.2. MARCO TEÓRICO**

### **2.2.1. DESARROLLO DE PROTOTIPOS Y LOS REQUERIMIENTOS DE INFORMACIÓN DE LOS USUARIOS**

La elaboración de prototipos como una técnica de recopilación de información, beneficia el desarrollo de un sistema toda vez que puede cambiar, por lo general nadie queda satisfecho con un primer prototipo pero es divertido involucrarse e involucrar a los usuarios con algo que se hace rápidamente, y que cambiará a medida que se va haciendo la retroalimentación.

*La elaboración de prototipos es una técnica útil de recopilación de información para complementar el ciclo de vida del desarrollo tradicio-*

*nal de sistemas. Cuando los analistas de sistemas usan la elaboración de prototipos, están buscando las reacciones del usuario, sugerencias, innovaciones y la revisión planeada para mejorar el prototipo, y por consiguiente modificar los planes del sistema con un gasto e interrupción mínimos. Los sistemas que apoyan la toma de decisiones semiestructurada (como lo hacen los sistemas de apoyo a la decisión) son los primeros candidatos para la elaboración de prototipos [7].*

### **2.2.2. SISTEMA DE SOPORTE A LAS DECISIONES PARA EMPRESAS MEDIANAS Y PEQUEÑAS**

*Los Sistemas de Soporte a las Decisiones puede resultar una inversión millonaria para una empresa grande, pero para una empresa mediana o pequeña puede resultar muy rentable ya que la misma se ajusta más a los gustos de las persona o grupo que los utiliza que a los sistemas de información gerencial tradicionales [5]. La otra opción es la contratación de consultorías, lo cual entre otras cosas, ocupa conocer el negocio y todos sus requerimientos haciendo que el proceso de implementación sea más lento.*

*Los SSD pertenecen a la clase de sistemas de información computarizada que apoyan en la toma de decisiones en todas sus fases, aunque la decisión final siempre le va a corresponder al responsable del cargo [7]. Para implementar un SSD existen en el mercado software que permiten asistir a las empresas en la toma de decisiones. Uno de estos software es Expert Choice, el cual realiza el trabajo fuerte de procesamiento, además permite incorporar en el análisis la información tangible y no tangible, sintetiza la información del equipo decisor para reflejar correctamente prioridades en la toma de decisiones, agrega estructura al proceso de decisión ayudando al equipo decisor a enfocarse en objetivos y su importancia relativa en la organización, califica la relevancia y congruencia entre las opciones y las metas para determinar la mejor decisión posible.*

*Los SSD en empresas medianas y pequeñas se pueden aplicar en áreas como Recursos Humanos para la medición del desempeño laboral, Logística para la gestión de proveedores. Aún compañías con tres empleados o menos les serviría un SSD para calendarizar de forma óptima todos sus proyectos y planes [5].*

### **2.2.3. PROCESO ANALÍTICO JERÁRQUICO (PAJ) EN LAS DECISIONES MULTICRITERIO**

El Proceso de Análisis Jerárquico, desarrollado por Thomas L. Saaty (The Analytic Hierarchy Process, 1980) está diseñado para resolver problemas complejos de criterios múltiples. *El proceso requiere que quien tome las decisiones proporcione evaluaciones respecto a la importancia relativa de cada uno de los criterios y que, después, especifique su preferencia con respecto a cada una de las alternativas de decisión y para cada criterio [12].* El PAJ es una metodología que ha sido aplicada en la solución de una variedad de problemas [4], [6], [9], [11], [13], [14], [17], [16], [18].

*El AHP se basa en el principio fundamental de que la experiencia y el conocimiento de la gente respecto a un problema en cuestión, es tan valioso como los datos que se usan. Mediante este método se formaliza la comprensión intuitiva de un problema multicriterio complejo, mediante la construcción de un modelo jerárquico, que le permite al decisor estructurar el problema en forma visual. El modelo jerárquico básicamente contiene tres niveles: meta u objetivo, criterios y alternativas [12].*

Para esta investigación se toma en cuenta a Saaty quien considera los siguientes pasos para la aplicación de este método que permite cuantificar juicios u opiniones:

(1) Se descompone el Problema de Decisión en una jerarquía de elementos interrelacionados: Meta General, Criterios y Alternativas. Para

establecer el modelo jerárquico, el primer paso consiste en descomponer el problema de decisión en una jerarquía que considere los elementos más importantes del problema, siendo el nivel más alto de la jerarquía el objetivo o meta (Goal) del problema de decisión. *La jerarquía descende entonces de lo general a lo específico hasta alcanzar el nivel de atributos, el nivel más bajo de la jerarquía y contra el que se evalúan las alternativas de decisión* (Figura 2, Figura 3) [12].

(2) Se desarrolla la Matriz de Comparación por Pares en la que se registran los pesos de las preferencias para cada uno de los criterios, estableciendo la clasificación de importancia relativa entre ambos criterios considerados. La clasificación se establece a partir de la escala siguiente propuesta por Saaty:

**Tabla 3: Escala de clasificación según Saaty.**

ESCALA VERBAL	ESCALA SAATY
Igualmente importante	1
Moderadamente importante	3
Fuertemente importante	5
Muy fuertemente importante	7
Extremadamente importante	9

Pueden asignarse los valores intermedios 2, 4, 6, 8 y sus recíprocos para facilitar la comparación cuando los juicios difieren ligeramente. Una clasificación recíproca de  $1/9$ ,  $1/7$ ,  $1/5$ ,  $1/3$ , se aplica cuando la segunda alternativa es preferida a la primera. El valor 1 es siempre asignado a la comparación de una alternativa con sí misma. La matriz obtenida es de la forma:



$$A = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & a_{13} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & 1 & a_{23} & \dots & a_{2n} \\ a_{31} & a_{32} & 1 & \dots & a_{3n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & a_{n3} & \dots & 1 \end{bmatrix}$$

Donde  $a_{ij} \cdot a_{ji} = 1$ , es decir A es una matriz recíproca.

(3) Desarrollar la Matriz normalizada dividiendo cada número de una columna de la Matriz de Comparación por Pares por la suma total de la columna.

(4) Desarrollar el Vector de Prioridad para el Criterio calculando el promedio de cada fila de la Matriz Normalizada. Este promedio por fila representa el Vector de Prioridad de la Alternativa (autovector) con respecto al criterio considerado.

(5) La Consistencia de las opiniones utilizadas en la Matriz de Comparación por pares puede ser determinada a través de la relación de consistencia (RC). Un RC inferior a 0.10 es considerado aceptable. Para aquellos casos en que  $RC > 0.10$ , las opiniones y juicios deberán ser reconsiderados.

(6) Luego de que la secuencia (2)-(3)-(4)-(5) han sido ejecutadas para todos los criterios, los resultados obtenidos en (4) son resumidos en una Matriz de Prioridad (MP), listando las Alternativas por fila y los Criterios por Columna.

(7) Desarrollar una Matriz de Comparación de Criterios por pares de manera similar a lo que se hizo para las Alternativas en (2)-(3)-(4).

(8) Desarrollar un Vector de Prioridad Global multiplicando el vector de prioridad de los Criterios (7) por la Matriz de prioridad de las Alternativas (6).

En resumen, conceptualmente, la metodología se basa en los siguientes pasos:

- a) El modelamiento del problema a través de una estructura jerárquica, o de redes en su versión más reciente. El modelo que contiene el objetivo de la decisión, los criterios a través de los cuales se expresa ese objetivo, con sus descomposiciones en mayor detalle, según requerimientos del problema, y las alternativas a evaluar.
- b) Un proceso para derivar el cálculo de las preferencias entre los componentes, basado en la construcción de matrices de comparaciones de pares, a las que se les aplica el operador vector propio para derivar los pesos de los criterios, y su correspondiente valor propio, para determinar la consistencia de dichas preferencias.
- c) Por último, un proceso de síntesis multilineal, que entrega la clasificación cuantitativa de las alternativas.

#### **2.2.4. ANÁLISIS DE LA CONSISTENCIA DE LAS OPINIONES VERTIDAS**

La inconsistencia surge cuando algunos juicios de la Matriz de Comparaciones de Pares se contradicen con otros. Al emitir juicios uno hace comparaciones redundantes para mejorar la validez de la respuesta. Dado que los que responden pueden estar poco seguros o hacen malas apreciaciones al comparar algunos de los elementos, los juicios de una matriz pueden que no sean consistentes. La consistencia es importante, debido a que una baja consistencia puede ser el síntoma de la aleatoriedad de los juicios. Por otra parte, el mundo no es perfectamente consistente, la inconsistencia es parte de la realidad. A través de una serie de cálculos se puede hallar una relación de consistencia para cada matriz de comparación de pares:

- Para cada línea de la Matriz de Comparaciones de Pares, determinar una suma ponderada en base a la suma del producto de cada valor de la misma por la prioridad de la alternativa correspondiente.
- A la suma ponderada obtenida para cada línea dividirla por la prioridad de la alternativa correspondiente.
- Haciendo un promedio de los resultados de cada línea obtenemos un  $\lambda_{\text{máx}}$ . Luego podemos calcular un índice de consistencia IC que será igual a:

$$IC = (\lambda_{\text{máx}} - n) / (n - 1); \quad \lambda_{\text{máx}} = \text{mayor valor propio de la matriz de comparaciones}$$

#### 2.2.4.1. Obtención del vector de pesos (vector propio) y su correspondiente autovalor

a. Sea **N** una matriz normalizada, está se obtiene luego de dividir cada elemento de la columna j-ésima de Matriz de Comparaciones de Pares por la suma de todos los elementos de dicha columna, es decir:

$$N = \left[ r_{ij} \text{ norm} = \frac{r_{ij}}{\sum_{i=1}^n r_{ij}} \right]$$

b. Se estima un vector **w** calculando el promedio de cada fila de la matriz **N**.

$$w = \left[ w_1 = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n r_{1j} \text{ norm}, w_2 = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n r_{2j} \text{ norm}, \dots, w_n = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n r_{nj} \text{ norm} \right]$$

c. Se comprueba la consistencia de los juicios. Si **A** fuera una matriz completamente consistente, entonces el  $\lambda_{\text{máx}}$  sería igual a “n”. Debido a que el equipo decidor cometerá ciertas inconsistencias en sus juicios resulta conveniente medir el grado de inconsistencia, ya que si no se ha sido cuidadoso con las valoraciones, el vector de prioridades puede ser poco representativo.

Luego, la consistencia se puede medir mediante el índice de consistencia IC:

$$IC = ( \lambda_{\text{máx}} - n ) / ( n - 1 )$$

Este índice ya es una medida de consistencia, pero para el Proceso Analítico Jerárquico un determinado valor de este índice es tolerable en una matriz de determinada dimensión pero no es tolerable en una con dimensión diferente. Debido a esto Saaty desarrolla una medida de consistencia uniforme para todas las matrices sin importar que cantidad de columnas y de filas tenga. A estos efectos se divide al índice de consistencia entre la Inconsistencia Aleatoria Media (IAM), una constante cuyo valor va a depender de la dimensión de la matriz que estamos analizando. El IAM es obtenido mediante la simulación de una gran cantidad de matrices recíprocas generadas aleatoriamente utilizando la escala de Saaty. Finalmente se obtiene la Relación de Consistencia (RC).

Tabla 4: Dimensión de una matriz y la inconsistencia aleatoria media [11].

Dimensión de la matriz	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Inconsistencia aleatoria media (IAM)	0,00	0,00	0,52	0,89	1,11	1,25	1,35	1,40	1,45	1,49

Donde:  $RC = IC / IAM$

*Desde el punto de vista del PAJ, es deseable que la RC de cualquier matriz de comparación de pares sea menor o igual a 0.10. Si uno no puede llegar a un nivel aceptable de consistencia, debería recoger más información o reexaminar el marco de la jerarquía, salvo que la inconsistencia surja de un hecho que es inconsistente en su esencia y fue incluido en la matriz de forma consciente [11].*

d. Para calcular el índice de consistencia el valor de  $\lambda_{\text{máx}}$  se obtiene de la ecuación:

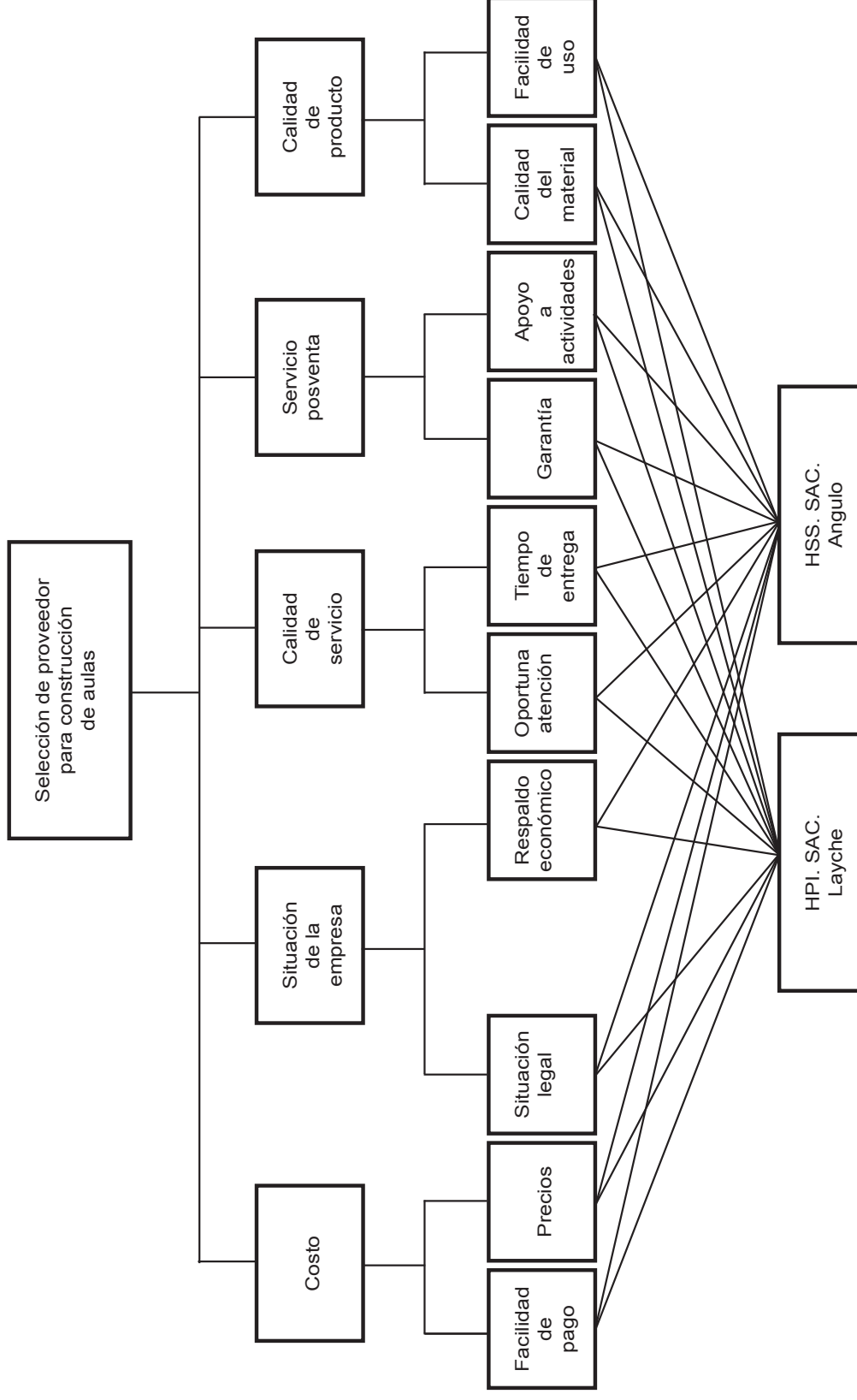
$$\mathbf{A} \cdot \mathbf{w} = \lambda_{\text{máx}} \cdot \mathbf{w}$$

Se multiplica la matriz  $\mathbf{A}$  por el vector  $\mathbf{w}$  y se obtiene un vector columna, luego cada componente de él se divide por las del vector  $\mathbf{w}$  y se genera otro vector columna formado por los valores propios de la matriz  $\mathbf{A}$ . Se promedian dichos valores y se obtiene  $\lambda_{\text{máx}}$  [3].

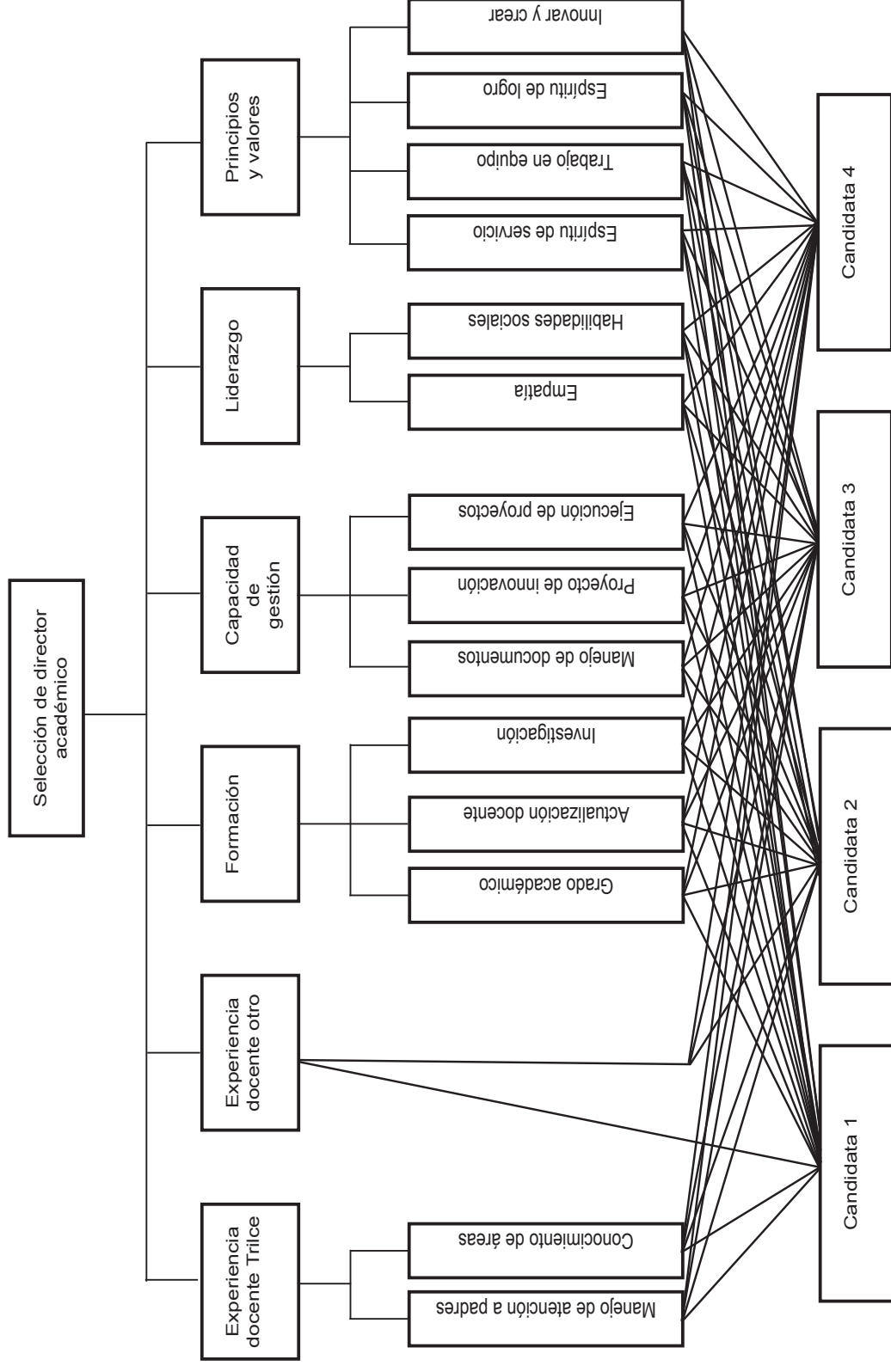
#### 3.2.4.2. Teorema de Perrón: Existencia de autovalor real $\lambda_{\text{máx}}$ .

Sea  $\mathbf{A}_{n \times n}$  una matriz positiva. Entonces,  $\mathbf{A}$  tiene un autovalor real  $\lambda_{\text{máx}}$  con las propiedades siguientes:

- a.  $\lambda_{\text{máx}} > 0$ , tal que  $\mathbf{A}\mathbf{v} = \lambda\mathbf{v}$ ,  $\mathbf{v} > 0$
- b.  $\lambda_{\text{máx}}$  tiene un autovector positivo correspondiente
- c. Si  $\lambda$  es cualquier otro autovalor de  $\mathbf{A}$ , entonces  $\lambda < \lambda_{\text{máx}}$ .



**Figura 2. Estructura jerárquica para seleccionar al mejor proveedor en la construcción de aulas.**



**Figura 3. Estructura jerárquica para seleccionar a un director académico.**

### 2.3. MARCO CONCEPTUAL

**Alternativa.-** *Es cada uno de los objetos mutuamente excluyentes que serán explorados en el proceso de decisión [12].*

**Comparaciones pareadas.-** Cuando se fija dos criterios o alternativas con la finalidad de estimar sus diferencias o semejanzas.

**Criterio.-** Es un juicio para una decisión sujetos a medirse y evaluarse, algunos son del tipo restricciones.

**Decisiones semiestructurada.-** Decisiones que en la fase de comprensión no se puede establecer un método para detectar el problema y que una vez detectado el problema ya se puede establecer un modelo matemático en la fase de diseño y elección.

**Decisión.-** Es una elección entre alternativas.

**Equipo decisor.-** Es aquel conjunto de personas que se plantea el problema de decisión.

**Modelo.-** *Mediante los modelos se representa algún aspecto de la realidad, la cual se trata de influir, controlar o entender con más precisión [12].*

**Teoría de decisión.-** *La teoría de la decisión se ocupa de analizar cómo elige una persona aquella acción que, de entre un conjunto de acciones posibles, le conduce al mejor resultado, dadas sus preferencias [12].*



## **CAPÍTULO III**

### **ASPECTOS METODOLÓGICOS**

El desarrollo del prototipo de SSD mediante PAJ involucró a futuros usuarios del sistema y al investigador. En esta investigación se presentan tres casos de estudio para la aplicación del prototipo. El primero destinado la selección de proveedores para la construcción de aulas, el segundo a la selección de un director académico para los niveles de inicial y primaria de una de las sedes y el tercero para la elaboración de un *ranking* de desempeño docente. En primer lugar se mencionarán de manera general la metodología a utilizar y luego se explicará en detalle para cada caso mencionado.

#### **3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN**

En la primera etapa es un tipo de investigación explorativa, en la segunda etapa es descriptiva, es decir, con los datos obtenidos, pasaré a describir, analizar e interpretar estos a la luz del marco teórico. En la tercera etapa la investigación será experimental, es decir, buscaré la correlación entre las variables en diferentes escenarios.

#### **3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA**

La población está conformada por los trabajadores de la corporación educativa, un total de 16 colegios y 10 academias, y los conjuntos de personal docente y de proveedores que prestan servicios a esta. Para esta investigación se considera a cinco sedes, un aproximado de 300 trabajadores. Entre cinco y siete personas integrarán el equipo decisor relacionado con los casos de desempeño docente, selección de director académico y selección de pro-

veedores para la construcción de aulas.

### **3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS**

#### **3.3.1. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS GENERALES**

Las técnicas de recopilación de información que se usarán son el cuestionario, las entrevistas y talleres de instrucción. La aplicación de estas técnicas estarán dirigidas a las personas involucradas en la toma de decisiones, en base a la estructura funcional de la corporación y a las relacionadas con los casos de estudio. Las personas a considerar son:

- El director ejecutivo
- Los directores académicos
- La contadora
- La tesorera
- El jefe de logística
- Los jefes de plana
- El ingeniero supervisor
- El jefe de tecnología
- La jefa de publicaciones
- Personal de imagen institucional
- Jefa de Psicología

#### **3.3.2. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS ESPECÍFICOS**

##### **3.3.2.1. APLICACIÓN DE PAJ**

Se siguió los siguientes pasos:

- . Antecedentes de cada caso
- . Preparación y organización para aplicar el PAJ
- . Estructura del modelo jerárquico
- . Evaluación del modelo

. Resultado final (evaluar el modelo en Expert Choice)

### **Análisis de tratamiento de los datos**

**Síntesis:** Una vez combinado todos los juicios y opiniones, las alternativas quedan organizadas desde la mejor hasta la peor. El PAJ deducirá los pesos que reflejen las percepciones y valores propuestos con precisión. Las prioridades deducidas serán sintetizadas para obtener prioridades generales y una ordenación de alternativas.

**Análisis de sensibilidad:** Este análisis permitirá visualizar y analizar la sensibilidad del resultado respecto de los posibles cambios en la importancia de los criterios. Ejemplo: ¿Qué pasaría si al criterio “i” le doy más/menos importancia que la dada en la evaluación? ¿Esta situación modifica el ordenamiento de las alternativas obtenido en el resultado final?

#### **3.3.2.2. Software Expert Choice [1]**

Para modelar el caso se usará el software Expert Choice 11, el cual nos facilitará la síntesis y el análisis de sensibilidad.

### **Structuring (Estructuración)**

Es un módulo que ayuda a los tomadores de decisión a identificar y organizar los elementos del problema en cuestión.

En Structuring se define cómo se construirá el modelo: desde arriba hacia abajo o desde abajo hacia arriba. Provee una interface intuitiva que ayuda a crear el modelo jerárquico. Esto incluye conceptos como los pro y contras de las alternativas, los objetivos, criterios y subcriterios.

La estructura lograda en Structuring puede pasarse directamente al módulo de Evaluation and Choice para construir totalmente el modelo jerárquico y luego iniciar las comparaciones de rigor.

## **Direct Model Building (Construcción Directa del Modelo)**

El primer paso es crear el nombre para el archivo en el que se construirá el modelo. Seguidamente se debe ingresar la información respecto del objetivo, criterios, subcriterios y alternativas, incluyendo una breve descripción de cada uno de ellos.

## **Pairwise Assessment (Comparación de a Pares)**

Una vez construido el modelo, el siguiente paso es iniciar la evaluación de los elementos del modelo jerárquico haciendo las comparaciones de a pares.

Este paso consiste en comparar relativamente dos elementos con respecto a un tercero. Las comparaciones se pueden hacer seleccionando el tipo de comparación mediante el uso de cualquiera de los siguientes tres términos: importancia, preferencia o probabilidad.

- El término importancia se utiliza normalmente cuando se comparan criterios.
- El término preferencia se utiliza cuando se comparan alternativas.
- El término probabilidad se utiliza cuando se comparan eventos.

En este mismo sentido, se debe escoger entre tres posibles maneras para que el equipo decisor emita su juicio:

Verbal : Por medio de palabras como moderado, fuerte, etc. (estas palabras son equivalentes a la escala numérica).

Numérica : (desde 1 hasta 9). Ver escala de Saaty.

Modo gráfico : Por medio de barras que representan a cada uno de los elementos que se están comparando.

Con CALCULATE se obtienen las prioridades de los elementos compa-

rados. Se puede verificar EL RADIO DE INCONSISTENCIA; si es mayor a 0.10 el programa señala cuáles la comparación donde se originó tal inconsistencia y permite corregir el juicio si es del caso.

### **Synthesis (Síntesis)**

Evaluation and Choice sintetiza las prioridades obtenidas por los componentes del modelo y entrega el orden resultante para las alternativas.

El programa hará una serie de preguntas al decisor para generar automáticamente el modo de síntesis conveniente al problema en cuestión: ideal o distributivo. El modo de Síntesis Distributivo se utiliza en situaciones de decisión en las que se quieren priorizar las alternativas. El modo de Síntesis Ideal se utiliza cuando se quiere seleccionar la mejor alternativa.

Adicionalmente el programa tiene una opción de reportes de gran utilidad para documentar el proceso. Inclusive se puede generar información adicional y más detallada de aquellos juicios que requieran analizarse con mayor detalle.

### **Sensitivity Analysis (Análisis de Sensibilidad)**

Esta opción permite analizar y observar gráficamente qué tan sensible es el orden resultante de las alternativas a cambios que se hagan en la importancia de los criterios del modelo.

Son cinco las opciones gráficas que presenta el programa para llevar a cabo el análisis de sensibilidad.

Los modos gráficos son:

- Dinámico
- Gradiente
- Performance

- Bi dimensional
- Diferencia

### **Ratings (Clasificación –Ordenación)**

El módulo Ratings se utiliza cuando se aplica la medida absoluta (recomendado cuando se tienen más de siete alternativas y hasta cientos, miles de ellas). El modelo debe tener su objetivo, sus criterios y subcriterios. En lugar de tener alternativas visibles en el modelo, se crean escalas debajo de los criterios y subcriterios, contra las cuales las alternativas serán evaluadas.

## **CAPÍTULO IV**

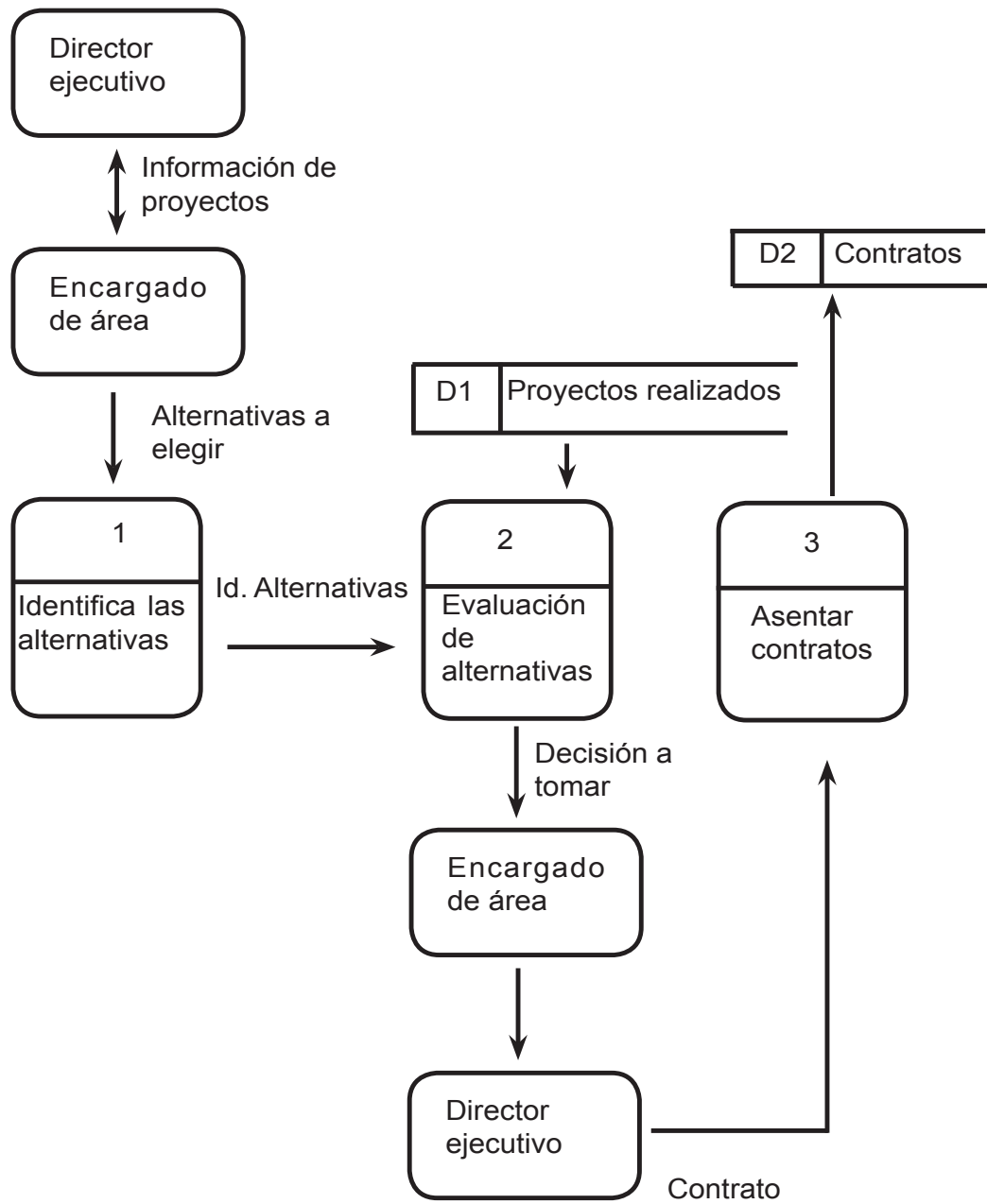
### **DESARROLLO DE PROTOTIPO SSD PARA LA TOMA DE DECISIONES**

#### **4.1. COMPRENSIÓN DEL PROBLEMA**

A partir de la importancia que reflejan los diagramas jerárquicos y diagramas de flujo, para el entendimiento del sistema, se muestra a continuación en la Figura 4 el diagrama de flujo de datos del sistema actual, en la Figura 5 y en la Figura 6 la estructura jerárquica para la toma de decisiones.

*Cuando los analistas de sistemas intentan entender los requerimientos de información de los usuarios, deben tener la capacidad de visualizar como se mueven los datos en la organización, los procesos o transformaciones que sufren dichos datos y cuáles son los resultados. Aunque las entrevistas y la investigación de datos reales y concretos proporcionan una descripción verbal del sistema, una descripción visual puede consolidar esta información de manera bastante útil [7].*

**Figura 4. Diagrama de flujo de datos actual.**





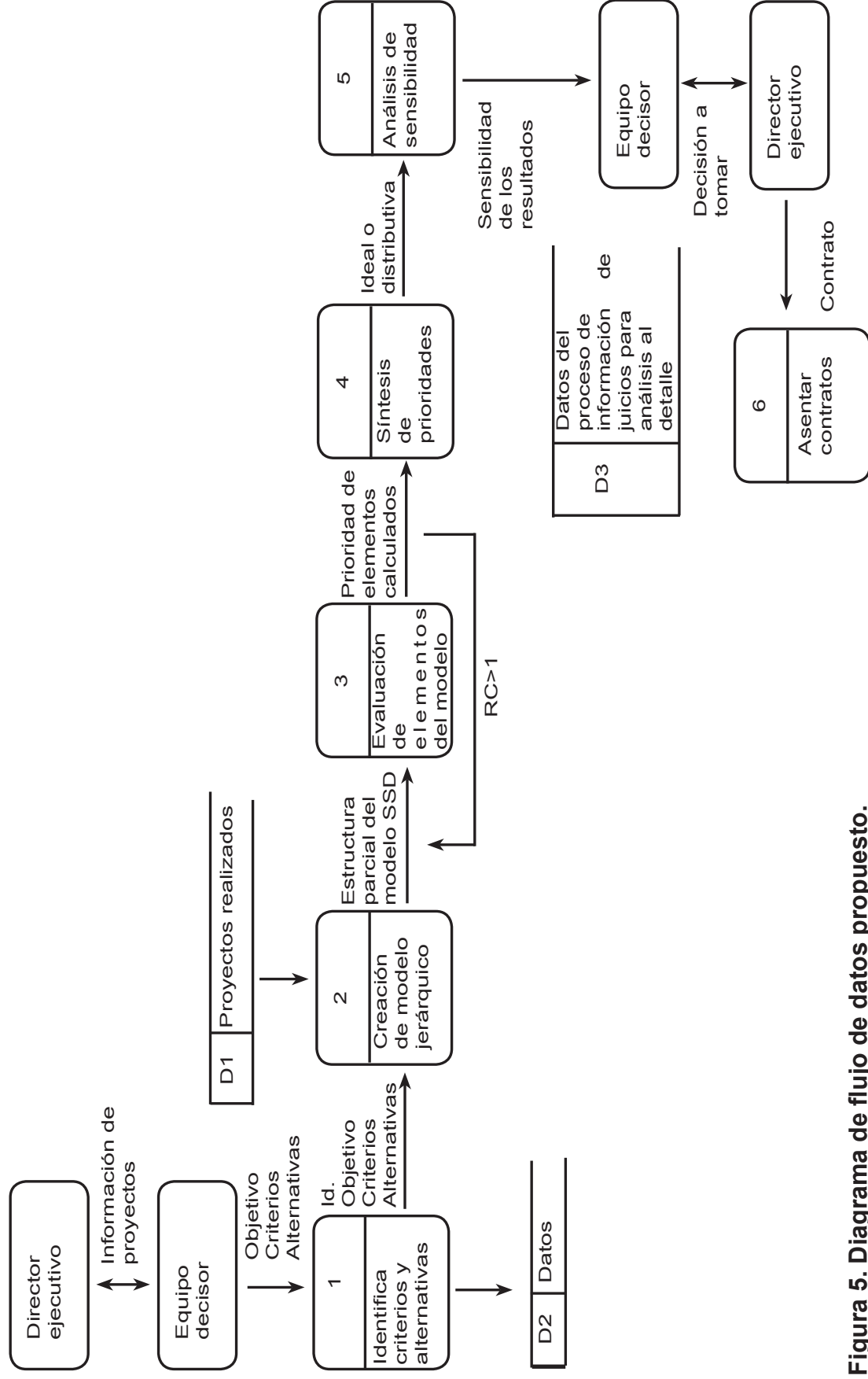
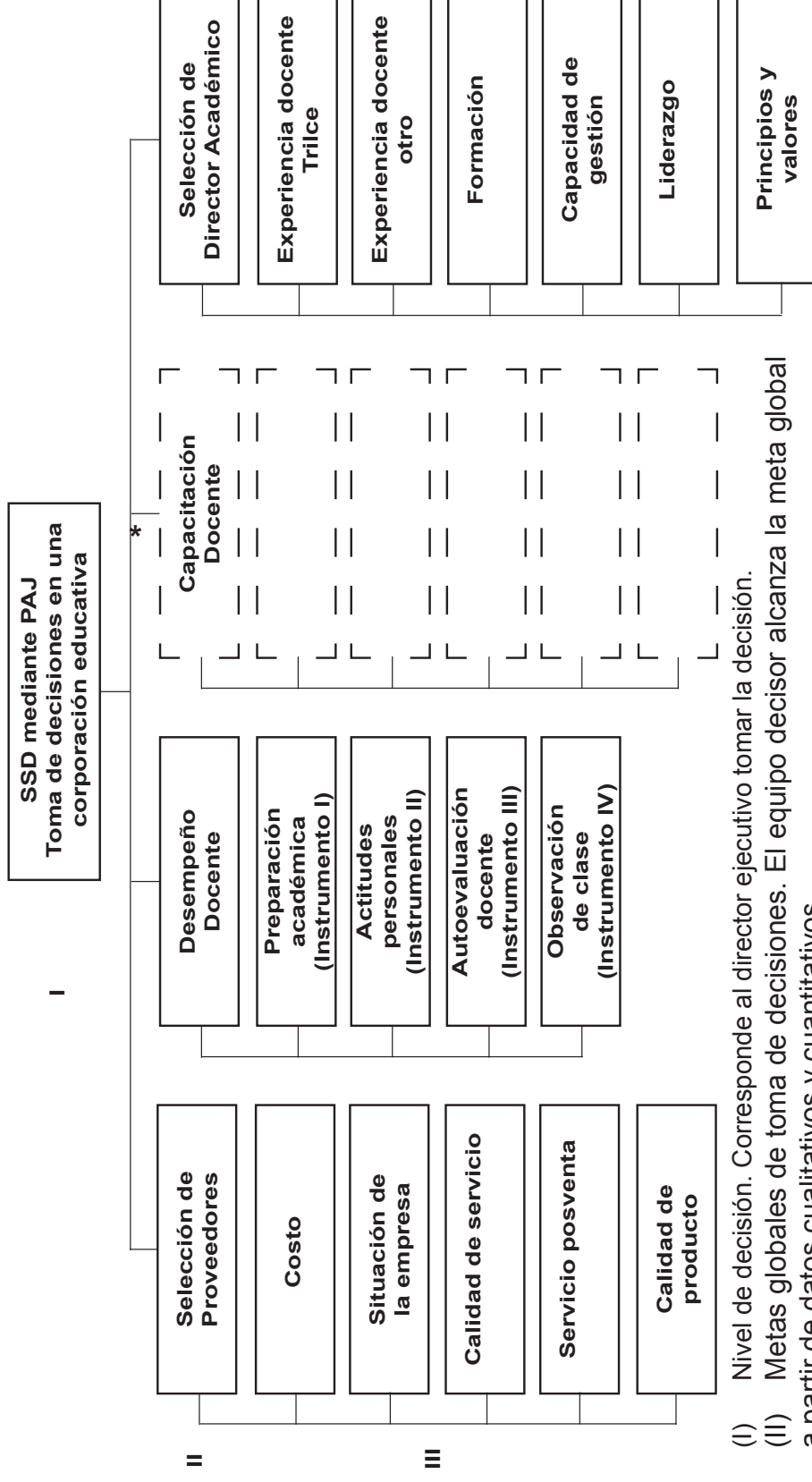


Figura 5. Diagrama de flujo de datos propuesto.



**Figura 6. Estructura jerárquica para la toma de decisiones.**

## **4.2. CASO 1: SELECCIÓN DE PROVEEDORES**

### **4.2.1. ANTECEDENTES**

En esta investigación se realizó la aplicación para seleccionar proveedores para la construcción de aulas. En el año 2003 se realiza la primera construcción en *drywall* para la corporación en la sede de Marsaño, ubicado en el distrito de Santiago de Surco. El proyecto comprende la ampliación de dos aulas. El local era alquilado, no se prestaba para realizar construcción con material noble, uno de los motivos era que no se contaba con licencia municipal y sin licencia no se construye. A diferencia de una construcción con material noble, cuando se construye con *drywall*, no origina desmonte, cosa que se aprovecha por la circunstancia de construir sin hacer peligrar una paralización de la obra. Otro punto a favor es que se reduce el tiempo de construcción al elegir este material. El tema de costos queda en un segundo plano para la construcción con material noble o de *drywall*, ya que entre uno y otro material hay una diferencia de 12% a 10%, aproximadamente. En Lima la primera construcciones con *drywall* a gran escala se realiza en las tiendas por departamentos de Saga, Totus, Ripley de Miraflores.

### **4.2.2. APLICACIÓN DEL PAJ**

La aplicación del PAJ obedece a los pasos explicados en la sección II, la misma que brindará a la corporación educativa el apoyo necesario para la toma de decisión: elegir al mejor proveedor para la construcción de aulas. Se programaron dos talleres, el primero sirvió para conocer a todos los integrantes del equipo decisor para el caso en mención y para explicar la metodología a seguir, determinar el objetivo, criterios de evaluación y alternativas de decisión; el segundo estuvo relacionado a realizar las comparaciones pareadas por consenso. La participación de los miembros del equipo decisor estuvo limitada por las funciones que cumplen en el cargo que desempeñan.

#### 4.2.2.1. DEFINICIÓN DE LOS PARTICIPANTES

El equipo decisor estuvo conformado por:

- El director ejecutivo
- La contadora
- La tesorera
- El jefe de logística
- Directores académicos (2)
- El ingeniero supervisor

Sumado al equipo decisor, el moderador, que en este caso fue el investigador.

#### 4.2.2.2. INFORMACIÓN REQUERIDA

- Datos históricos de proveedores (área de logística).
- Datos históricos de contratos (área de contabilidad).
- Información de estado de construcciones de aulas (dirección académica).
- Información técnica de las construcciones (Ingeniero supervisor).

#### 4.2.2.3. DEFINICIÓN DEL OBJETIVO

Seleccionar al mejor proveedor para la construcción de aulas.

#### 4.2.2.4. IDENTIFICACIÓN DE LOS CRITERIOS

Se logró determinar los siguientes criterios:

- **Costo (C):** Criterio que está relacionado con la contabilidad y que a su vez considera otros subcriterios.
- Facilidad de pago (FP):** Criterio relacionado con las facilidades de pago y las relaciones mantenidas con el proveedor para el ma-

nejo de las operaciones financieras.

-**Precios (P)**: Criterio cuantitativo, relacionado con el precio del *drywall*, mano de obra y otros materiales.

• **Situación de la empresa (SE)**: Criterio que se relaciona con la capacidad de los proveedores de dar garantía de culminación de la obra.

-**Situación legal (SL)**: Criterio relacionado con la formalización de la empresa proveedora (SUNAT).

-**Respaldo económico (RE)**: Criterio relacionado con la capacidad del proveedor de pertenecer al sistema financiero y poseer una estrategia de venta.

• **Calidad de servicio (CS)**: Criterio relacionado con la capacidad del proveedor de dar un buen servicio.

-**Oportuna atención (OA)**: Criterio relacionado con la capacidad del proveedor para asistir a tiempo un requerimiento.

-**Tiempo de entrega (TE)**: Criterio cuantitativo relacionado al plazo de entrega de la obra ofrecida por los proveedores.

• **Servicio posventa (SPV)**: Criterio que se relaciona con la capacidad de los proveedores para responder a los pedidos.

-**Garantía (G)**: Criterio relacionado con la capacidad del proveedor de realizar cambios inmediatos o canjes.

-**Apoyo a actividades (AA)**: Criterio relacionado con la capacidad del proveedor de apoyar en actividades como auspiciador.

• **Calidad de producto (CP)**: Criterio relacionado con las propiedades del producto (obra).

-**Calidad de material (CM)**: Criterio relacionado con las características, técnicas y estado de los materiales empleados.

-**Facilidad de uso (FU)**: Criterio relacionado con la preparación y tratamiento que requiere adicionalmente para el uso de las instalaciones.

#### **4.2.2.5. IDENTIFICACIÓN DE ALTERNATIVAS**

Para nuestro caso de seleccionar al mejor proveedor para la construcción de aulas, se tomó en cuenta a:

- H.P.I. S.A.C. Layche
- H.S.S. S.A.C. Angulo

#### **4.2.2.6. ÁRBOL DE JERARQUÍA**

Una vez determinado el objetivo, los criterios y las alternativas, la Figura N° 2 muestra la estructura jerárquica.

#### **4.2.2.7. EVALUACIÓN DEL MODELO**

Con ayuda de un proyector multimedia los participantes realizaron las comparaciones pareadas mediante juicios verbales y según la escala propuesta por Saaty (1 a 9), para cada nivel de la Jerarquía, los mismos que fueron anotados en las matrices de comparaciones pareadas respectivas.

##### **• Prioridad respecto a la meta global**

Son cinco los criterios que asisten directamente a la meta global: Criterio de Costo (C), Criterio de Situación de la empresa (SE), Criterio de calidad de servicio (CS), Criterio de servicio posventa (SPV) y Criterio Calidad de producto (CP).

##### **Criterio de Costo frente a criterio de Situación de la empresa:**

La jefa de contabilidad, la jefa de tesorería y el jefe de logística determinaron que los criterios de Costo son igualmente importantes que los criterios de Situación de la empresa.

**Criterio Costo frente a criterio Calidad de servicio:** La jefa de contabilidad, la jefa de tesorería y el jefe de logística determinaron

que los criterios de Costo son moderadamente más importantes que los criterios de Calidad de servicio.

**Criterio Costo frente a criterio Servicio posventa:** La jefa de contabilidad, la jefa de tesorería, el jefe de logística y los directores determinaron que los criterios de Costo son igualmente importantes que los criterios de Servicio posventa.

**Criterio Costo frente a criterio Calidad de producto:** La jefa de contabilidad, la jefa de tesorería, el jefe de logística y el ingeniero supervisor determinaron que los criterios de Costo son moderadamente más importantes que los criterios de Calidad de producto.

**Criterio Situación de la empresa frente a criterio Calidad de servicio:** La jefa de contabilidad, el jefe de logística y los directores académicos determinaron que los criterios de Situación de la empresa son igualmente importantes que los criterios de Calidad de servicio.

**Criterio Situación de la empresa frente a criterio Servicio posventa:** La jefa de contabilidad, el jefe de logística y los directores académicos determinaron que los criterios de Situación de la empresa son igualmente importantes que los criterios de Servicio posventa.

**Criterio Situación de la empresa frente a criterio Calidad de producto:** La jefa de contabilidad, el jefe de logística, el ingeniero supervisor y los directores académicos determinaron que los criterios de Situación de la empresa son moderadamente más importantes que los criterios de Calidad de producto.

**Criterio Calidad de servicio frente a criterio Servicio posventa:** La jefa de contabilidad, el jefe de logística y los directores académicos

micos determinaron que los criterios de Calidad de servicio son igualmente importantes que los criterios de Servicio posventa.

**Criterio Calidad de servicio frente a criterio Calidad de producto:** El jefe de logística, el ingeniero supervisor y los directores académicos determinaron que los criterios de Calidad de servicio son igualmente importantes que los criterios de Calidad de producto.

**Criterio Servicio posventa frente a criterio Calidad de producto:** La jefa de contabilidad, el jefe de logística, el ingeniero supervisor y los directores académicos determinaron que los criterios de Situación de la empresa son igualmente importantes que los criterios de Calidad de servicio.

Los juicios y evaluaciones obtenidas por el equipo decisor se calcularon, primero con la ayuda de la calculadora WIRIS y son los siguientes:

**Caso : Selección de proveedores**  
**"Matriz de comparaciones pareadas respecto a la meta global"**  
**Cálculo de la medida de consistencia**

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 3 & 1 & 1 & 1 \\ 1/3.0 & 1 & 1 & 1 & 3 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1/3.0 & 1/3.0 & 1 & 1 & 1 \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} 1. & 3. & 1. & 1. & 1. \\ 0.33333 & 1. & 1. & 1. & 3. \\ 1. & 1. & 1. & 1. & 1. \\ 1. & 1. & 1. & 1. & 1. \\ 0.33333 & 0.33333 & 1. & 1. & 1. \end{pmatrix}$$

**a) Sumatoria de columnas de "A"**

$$c1 = 1 + 1/3.0 + 1 + 1 + 1/3.0 \rightarrow 3.6667$$

$$c2 = 3 + 1 + 1 + 1 + 1/3.0 \rightarrow 6.3333$$

$$c3 = 1 + 1 + 1 + 1 + 1 \rightarrow 5$$

$$c4 = 1 + 1 + 1 + 1 + 1 \rightarrow 5$$

$$c5 = 3 + 3 + 1 + 1 + 1 \rightarrow 9$$



**b) Normalización de "A"**

$$N = \begin{pmatrix} 1/c1 & 3/c2 & 1/c3 & 1/c4 & 3/c5 \\ (1/3.0)/c1 & 1/c2 & 1/c3 & 1/c4 & 3/c5 \\ 1/c1 & 1/c2 & 1/c3 & 1/c4 & 1/c5 \\ 1/c1 & 1/c2 & 1/c3 & 1/c4 & 1/c5 \\ (1/3.0)/c1 & (1/3.0)/c2 & 1/c3 & 1/c4 & 1/c5 \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} 0.27273 & 0.47368 & 0.2 & 0.2 & 0.33333 \\ 0.090909 & 0.15789 & 0.2 & 0.2 & 0.33333 \\ 0.27273 & 0.15789 & 0.2 & 0.2 & 0.11111 \\ 0.27273 & 0.15789 & 0.2 & 0.2 & 0.11111 \\ 0.090909 & 0.052632 & 0.2 & 0.2 & 0.11111 \end{pmatrix}$$

**c) Promedio de filas de "N"**

$$\begin{aligned} f1 &= \frac{0.27273+0.47368+0.2+0.2+0.33333}{5.0} \rightarrow 0.29595 \\ f2 &= \frac{0.090909+0.15789+0.2+0.2+0.33333}{5.0} \rightarrow 0.19643 \\ f3 &= \frac{0.27273+0.15789+0.2+0.2+0.11111}{5.0} \rightarrow 0.18835 \\ f4 &= \frac{0.27273+0.15789+0.2+0.2+0.11111}{5.0} \rightarrow 0.18835 \\ f5 &= \frac{0.090909+0.052632+0.2+0.2+0.11111}{5.0} \rightarrow 0.13093 \end{aligned}$$

**d) Vector prioridad "w"**

$$w = \begin{pmatrix} f1 \\ f2 \\ f3 \\ f4 \\ f5 \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} 0.29595 \\ 0.19643 \\ 0.18835 \\ 0.18835 \\ 0.13093 \end{pmatrix}$$

**e) Luego, para calcular  $\lambda_{m\acute{a}}$ , usamos la fórmula : "A.w =  $\lambda_{m\acute{a}}$  .w"**

$$A \cdot w \rightarrow \begin{pmatrix} 1.3928 \\ 1.0646 \\ 1. \\ 1. \\ 0.67175 \end{pmatrix}$$

**f) Se divide cada elemento de (A.w)<sub>ij</sub> entre cada elemento de (w)<sub>ij</sub>  
Se obtiene el autovector "v" :**

$$v = \begin{pmatrix} 1.3928/0.29595 \\ 1.0646/0.19643 \\ 1/0.18835 \\ 1/0.18835 \\ 0.67175/0.13093 \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} 4.7062 \\ 5.4197 \\ 5.3093 \\ 5.3093 \\ 5.1306 \end{pmatrix}$$

**g) Cálculo del autovalor " $\lambda_{m\acute{a}x}$ " correspondiente al autovector "v" :**

$$\lambda = \frac{4.7062+5.4197+5.3093+5.3093+5.1306}{5.0} \rightarrow 5.175$$

**h) Cálculo del índice de consistencia "IC"**

$$\begin{aligned} n &= 5.0 \rightarrow 5. \\ IC &= (\lambda - n) / (n - 1) \rightarrow 0.043755 \end{aligned}$$

i) Cálculo de la relación de consistencia "RC"

$$IAM = 1.115 \rightarrow 1.115$$

$$RC = IC / IAM \rightarrow 0.039242$$

Por lo tanto :  $RC < 0.1$ . Entonces, la matriz A es consistente.

"Matriz de comparaciones pareadas respecto a los criterios (se comparan los subcriterios)"

Cálculo del vector de prioridades de los criterios por promedio geométrico

Criterio de costo :

$$C = \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 1 \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 1 \end{pmatrix}$$

$$vc = \begin{pmatrix} \sqrt{1 \cdot 1} \\ \sqrt{1 \cdot 1} \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \end{pmatrix}$$

Criterio Servicio posventa :

$$SPV = \begin{pmatrix} 1 & 3 \\ 1/3.0 & 1 \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} 1. & 3. \\ 0.33333 & 1. \end{pmatrix}$$

$$vspv = \begin{pmatrix} \sqrt{1 \cdot 3} \\ \sqrt{1/3.0 \cdot 1} \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} 1.7321 \\ 0.57735 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} \frac{1.7321 \cdot 100}{2.30945} \\ \frac{0.57735 \cdot 100}{2.30945} \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} 75.001 \\ 24.999 \end{pmatrix}$$

Criterio Calidad de producto

$$CP = \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 1 \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 1 \end{pmatrix}$$

$$vcp = \begin{pmatrix} \sqrt{1 \cdot 1} \\ \sqrt{1 \cdot 1} \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \end{pmatrix}$$

"Matriz de comparaciones pareadas respecto a los subcriterios (se comparan las alternativas)"

Cálculo del vector de prioridades de los subcriterios

Criterio de costo (Facilidad de pago y Precio)

$$FP = \begin{pmatrix} 1 & 1/3.0 \\ 3 & 1 \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} 1. & 0.33333 \\ 3. & 1. \end{pmatrix}$$

$$vfp = \begin{pmatrix} \sqrt{1 \cdot 1/3.0} \\ \sqrt{3 \cdot 1} \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} 0.57735 \\ 1.7321 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} \frac{0.57735 \cdot 100}{2.30945} \\ \frac{1.7321 \cdot 100}{2.30945} \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} 24.999 \\ 75.001 \end{pmatrix}$$

$$P = \begin{pmatrix} 1 & 1/3.0 \\ 3 & 1 \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} 1. & 0.33333 \\ 3. & 1. \end{pmatrix}$$

$$vp = \begin{pmatrix} \sqrt{1 \cdot 1/3.0} \\ \sqrt{3 \cdot 1} \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} 0.57735 \\ 1.7321 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} \frac{0.57735 \cdot 100}{2.30945} \\ \frac{1.7321 \cdot 100}{2.30945} \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} 24.999 \\ 75.001 \end{pmatrix}$$

**Síntesis (vfp - vp)**

$$S1 = \begin{pmatrix} 0.57735 & 0.57735 \\ 1.7321 & 1.7321 \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} 0.57735 & 0.57735 \\ 1.7321 & 1.7321 \end{pmatrix}$$

**Criterio Situación de la empresa (Situación legal y Respaldo económico)**

$$SL = \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 1 \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 1 \end{pmatrix}$$

$$vsl = \begin{pmatrix} \sqrt{1 \cdot 1} \\ \sqrt{1 \cdot 1} \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \end{pmatrix}$$

$$RE = \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 1 \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 1 \end{pmatrix}$$

$$vre = \begin{pmatrix} \sqrt{1 \cdot 1} \\ \sqrt{1 \cdot 1} \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \end{pmatrix}$$

**Síntesis (vsl - vre)**

$$S2 = \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 1 \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 1 \end{pmatrix}$$

**Criterio Calidad de servicio (Oportuna atención y Tiempo de entrega)**

$$OA = \begin{pmatrix} 1 & 1/3.0 \\ 3 & 1 \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} 1. & 0.33333 \\ 3. & 1. \end{pmatrix}$$

$$voa = \begin{pmatrix} \sqrt{1 \cdot 1/3.0} \\ \sqrt{3 \cdot 1} \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} 0.57735 \\ 1.7321 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} \frac{0.57735 \cdot 100}{2.30945} \\ \frac{1.7321 \cdot 100}{2.30945} \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} 24.999 \\ 75.001 \end{pmatrix}$$

$$TE = \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 1 \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 1 \end{pmatrix}$$

$$vte = \begin{pmatrix} \sqrt{1 \cdot 1} \\ \sqrt{1 \cdot 1} \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \end{pmatrix}$$

**Síntesis (voa - vte)**

$$S3 = \begin{pmatrix} 0.57735 & 1 \\ 1.7321 & 1 \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} 0.57735 & 1. \\ 1.7321 & 1. \end{pmatrix}$$

**Criterio Servicio posventa (Garantía y Apoyo en actividades)**

$$G = \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 1 \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 1 \end{pmatrix}$$

$$vg = \begin{pmatrix} \sqrt{1 \cdot 1} \\ \sqrt{1 \cdot 1} \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \end{pmatrix}$$

$$AA = \begin{pmatrix} 1 & 1/3.0 \\ 3 & 1 \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} 1. & 0.33333 \\ 3. & 1. \end{pmatrix}$$

$$vaa = \begin{pmatrix} \sqrt{1 \cdot 1/3.0} \\ \sqrt{3 \cdot 1} \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} 0.57735 \\ 1.7321 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} \frac{0.57735 \cdot 100}{2.30945} \\ \frac{1.7321 \cdot 100}{2.30945} \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} 24.999 \\ 75.001 \end{pmatrix}$$

**Síntesis (vg - vaa)**

$$S4 = \begin{pmatrix} 1 & 0.57735 \\ 1 & 1.7321 \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} 1. & 0.57735 \\ 1. & 1.7321 \end{pmatrix}$$

**Criterio Calidad de producto (Calidad del material y Facilidad de uso)**

$$CM = \begin{pmatrix} 1 & 3 \\ 1/3.0 & 1 \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} 1. & 3. \\ 0.33333 & 1. \end{pmatrix}$$

$$vcm = \begin{pmatrix} \sqrt{1 \cdot 3} \\ \sqrt{1/3.0 \cdot 1} \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} 1.7321 \\ 0.57735 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} \frac{1.7321 \cdot 100}{2.30945} \\ \frac{0.57735 \cdot 100}{2.30945} \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} 75.001 \\ 24.999 \end{pmatrix}$$

$$FU = \begin{pmatrix} 1 & 3 \\ 1/3.0 & 1 \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} 1. & 3. \\ 0.33333 & 1. \end{pmatrix}$$

$$vfu = \begin{pmatrix} \sqrt{1 \cdot 3} \\ \sqrt{1/3.0 \cdot 1} \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} 1.7321 \\ 0.57735 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} \frac{1.7321 \cdot 100}{2.30945} \\ \frac{0.57735 \cdot 100}{2.30945} \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} 75.001 \\ 24.999 \end{pmatrix}$$

**"Matriz de síntesis de prioridades de las alternativas respecto a la meta global"**

**Costo (HPI - HSS) vs S1 · vc**

$$S1 \cdot vc \rightarrow \begin{pmatrix} 1.1547 \\ 3.4642 \end{pmatrix}$$

**Situación de la empresa (HPI - HSS) vs S2 · vse**

$$S2 \cdot vse \rightarrow \begin{pmatrix} 2.3094 \\ 2.3094 \end{pmatrix}$$

**Calidad de servicio (HPI - HSS) vs S3 · vcs**

$$S3 \cdot vcs \rightarrow \begin{pmatrix} 1.5774 \\ 2.7321 \end{pmatrix}$$

**Servicio posventa (HPI - HSS) vs S4 · vspv**

$$S4 \cdot vspv \rightarrow \begin{pmatrix} 2.0654 \\ 2.7321 \end{pmatrix}$$

**Calidad de producto (HPI - HSS) vs S5 · vcp**

$$S5 \cdot vcp \rightarrow \begin{pmatrix} 3.4642 \\ 1.1547 \end{pmatrix}$$

**Síntesis de las prioridades de las alternativas respecto a la meta global (HPI - HSS)**

$$\text{Síntesis} = \begin{pmatrix} 1.1547 & 2.3094 & 1.5774 & 2.0654 & 3.4642 \\ 3.4642 & 2.3094 & 2.7321 & 2.7321 & 1.1547 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} f1 \\ f2 \\ f3 \\ f4 \\ f5 \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} 1.935 \\ 2.6592 \end{pmatrix}$$

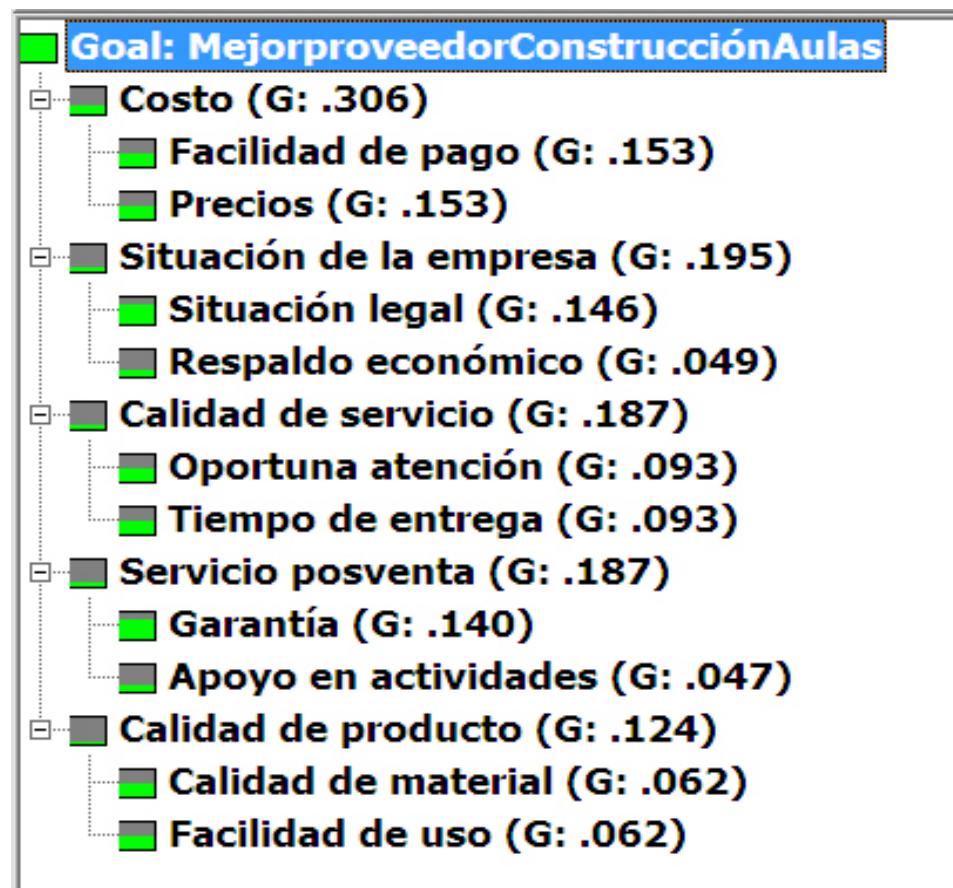
$$\begin{pmatrix} \frac{1.935 \cdot 100}{4.5942} \\ \frac{2.6592 \cdot 100}{4.5942} \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} 42.118 \\ 57.882 \end{pmatrix}$$

Por lo tanto, HSS es preferible en un 58 % en comparación con HPI 42 % en relación a la met GLOBAL.

#### 4.2.2.8. CONTRASTACIÓN DE RESULTADOS

Se procede a realizar la contrastación de resultados con el software Expert Choice. El ingreso de los datos, así como la síntesis y el análisis de sensibilidad se muestran completamente en el Anexo 1. A continuación, en la Figura 7, se muestra las prioridades resultantes calculados con Expert Choice.

**Figura 7. Estructura jerárquica con las prioridades resultantes para seleccionar al mejor proveedor en la construcción de aulas.**



### **4.3. CASO 2: SELECCIÓN DE DIRECTOR ACADÉMICO**

#### **4.3.1. ANTECEDENTES**

Este caso se desarrolla a partir de la necesidad de profundizar en el estudio de las candidatas a ocupar el cargo de director académico en una de las sedes de la corporación educativa. La política institucional prioriza candidatos que se desempeñan como docentes, tutores de aula y que hayan mostrado un desenvolvimiento destacable a lo largo de su permanencia en la institución. Sobre todo portando los cuatro principios básicos: espíritu de servicio, trabajo en equipo, espíritu de logro y innovar y crear. En el año 2006, por el día del maestro, tres docentes fueron premiados y homenajeados como “docentes destacados”, los tres, al año siguiente asumieron el cargo de director académico

#### **4.3.2. APLICACIÓN DEL PAJ**

La aplicación del PAJ obedece a los pasos explicados en la sección II, la misma que brindará a la corporación educativa el apoyo necesario para la toma de decisión: elegir al director académico para los niveles de inicial y primaria. Se programaron dos talleres, el primero sirvió para conocer a todos los integrantes del equipo decisor para el caso en mención y para explicar la metodología a seguir, determinar el objetivo, criterios de evaluación y alternativas de decisión; el segundo estuvo relacionado a realizar las comparaciones pareadas por consenso. La participación de los miembros del equipo decisor estuvo limitada por las funciones que cumplen en el cargo que desempeñan.

##### **4.3.2.1. DEFINICIÓN DE LOS PARTICIPANTES**

El equipo decisor estuvo conformado por:

- El director ejecutivo
- La jefa de psicología
- Directores académicos (4)

Sumado al equipo decisor, el moderador, que en este caso fue el investigador.

#### **4.3.2.2. INFORMACIÓN REQUERIDA**

- Evaluación psicológica de las candidatas (jefa de psicología).
- Entrevistas personales (director ejecutivo).
- Instrumentos de evaluación docente (dirección académica).

#### **4.3.2.3. DEFINICIÓN DEL OBJETIVO**

Seleccionar al director académico para los niveles de inicial y primaria.

#### **4.3.2.4. IDENTIFICACIÓN DE LOS CRITERIOS**

Se logró determinar los siguientes criterios:

- **Experiencia docente Trilce (EDT):** Criterio que está relacionado con las habilidades de los docentes para el trabajo en el aula y como tutor de grado.
- Manejo de atención a padres (MAP):** Criterio relacionado con la capacidad de los docentes para el manejo de entrevistas y atención de casos.
- Conocimiento de áreas (CA):** Criterio relacionado con el entendimiento de la estructura curricular y el conocimiento de su especialidad.
- **Experiencia otra (EO):** Criterio relacionado con las habilidades de los docentes para el trabajo en aula y como tutor en otros colegios.
- **Formación (F):** Criterio relacionado con los estudios y el apren-

dizaje que sirvan para aumentar y adecuar el conocimiento y habilidades docentes.

**-Grado universitario (GU):** Criterio relacionado con el grado y mérito obtenido en la carrera “magisterial”.

**-Actualización docente (AD):** Criterio relacionado con los cambios que se aplican a su formación docente, que buscan agregarle habilidades y conocimientos.

**-Investigación (I):** Criterio relacionado con el desarrollo de proyectos educativos que puedan ser aplicados a la realidad del colegio.

• **Capacidad de gestión (CG):** Criterio que se relaciona con la capacidad de ejercer autoridad sobre los docentes, padres de familia, alumnos y personal administrativo.

**-Manejo de documentos (MD):** Criterio relacionado con las habilidades para dar trámites a la documentación.

**-Proyectos de innovación (PI):** Criterio relacionado con la capacidad de fomentar proyectos educativos en el colegio.

**-Ejecución de proyectos (EP):** Criterio relacionado con la capacidad de ejecutar proyectos educativos en el colegio.

• **Liderazgo (L):** Criterio relacionado con la capacidad del docente para influir sobre los demás.

**-Empatía (E):** Criterio relacionado con la capacidad de percibir en el otro lo que pueda sentir.

**-Habilidades sociales (HS):** Criterio relacionado con la disposición para comunicarse con los demás.

• **Principios y valores (PV):** Criterio principal relacionado con las normas de conducta de la persona.

**-Espíritu de servicio (ES):** Criterio relacionado con el esfuerzo por ayudar al otro en cualquier situación laboral.

**-Trabajo en equipo (TE):** Criterio relacionado con el compañerismo entre docentes y demás trabajadores.



**-Espíritu de logro (EL):** Criterio relacionado con el esfuerzo por conseguir resultados satisfactorios en su trabajo.

**-Innovar y crear (IC):** Criterio relacionado con la capacidad de modificar o producir algo de bien cultural para la comunidad educativa en base a su experiencia.

#### **4.3.2.5. IDENTIFICACIÓN DE ALTERNATIVAS**

Para nuestro caso de seleccionar al director académico para los niveles de inicial y primaria, se tomó en cuenta a:

- Candidata 1
- Candidata 2
- Candidata 3
- Candidata 4

#### **4.2.2.6. ÁRBOL DE JERARQUÍA**

Una vez determinado el objetivo, los criterios y las alternativas, la Figura N° 3 muestra la estructura jerárquica.

#### **4.3.2.7. EVALUACIÓN DEL MODELO**

Con ayuda de un proyector multimedia los participantes realizaron las comparaciones pareadas mediante juicios verbales y según la escala propuesta por Saaty (1 a 9), para cada nivel de la Jerarquía, los mismos que fueron anotados en las matrices de comparaciones pareadas respectivas.

##### **• Prioridad respecto a la meta global**

Son seis los criterios que asisten directamente a la meta global: Criterio de Experiencia docente Trilce (ED), Criterio de Experiencia otro (EO), Criterio de Formación (F), Criterio de Capacidad

de gestión (CG), Criterio de Liderazgo (L) y Criterio de Principios y valores.

**Criterio de Experiencia docente Trilce frente a criterio de Experiencia otro:**

Experiencia docente Trilce

9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9

.....|.....

.....|.....

Experiencia otro

Compare the relative importance with respect to: Goal: Selección de un director académico

	Experiencia	Experiencia	Formación	Capacidad	Liderazgo	Principios
Experiencia docente Trilce		1.0	1.0	2.0	5.0	7.0
Experiencia otro			3.0	5.0	4.0	9.0
Formación académica				3.0	4.0	7.0
Capacidad de gestión					4.0	7.0
Liderazgo						5.0
Principios y valores	Incon: 0.08					

**Criterio de Experiencia docente Trilce frente a criterio de Formación:**

Experiencia docente Trilce

9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9

.....|.....

.....|.....

Formación académica

Compare the relative importance with respect to: Goal: Selección de un director académico

	Experiencia	Experiencia	Formación	Capacidad	Liderazgo	Principios
Experiencia docente Trilce		1.0	1.0	2.0	5.0	7.0
Experiencia otro			3.0	5.0	4.0	9.0
Formación académica				3.0	4.0	7.0
Capacidad de gestión					4.0	7.0
Liderazgo						5.0
Principios y valores	Incon: 0.08					

### Criterio de Experiencia docente Trilce frente a criterio de Capacidad de gestión:

Experiencia docente Trilce

9 8 7 6 5 4 3 2 | 2 3 4 5 6 7 8 9

.....

.....

Capacidad de gestión

Compare the relative importance with respect to: Goal: Selección de un director académico

	Experienci	Experienci	Formación	Capacidad	Liderazgo	Principios
Experiencia docente Trilce		1.0	1.0	2.0	5.0	7.0
Experiencia otro			3.0	5.0	4.0	9.0
Formación académica				3.0	4.0	7.0
Capacidad de gestión					4.0	7.0
Liderazgo						5.0
Principios y valores	Incon: 0.08					

### Criterio de Experiencia docente Trilce frente a criterio de Liderazgo:

Experiencia docente Trilce

9 8 7 6 5 4 3 2 | 2 3 4 5 6 7 8 9

.....

.....

Liderazgo

Compare the relative importance with respect to: Goal: Selección de un director académico

	Experienci	Experienci	Formación	Capacidad	Liderazgo	Principios
Experiencia docente Trilce		1.0	1.0	2.0	5.0	7.0
Experiencia otro			3.0	5.0	4.0	9.0
Formación académica				3.0	4.0	7.0
Capacidad de gestión					4.0	7.0
Liderazgo						5.0
Principios y valores	Incon: 0.08					

### Criterio de Experiencia docente Trilce frente a criterio de Principios y valores:

Experiencia docente Trilce

9 8 7 6 5 4 3 2 | 2 3 4 5 6 7 8 9

.....

.....

Principios y valores

Compare the relative importance with respect to: Goal: Selección de un director académico

	Experienci	Experienci	Formación	Capacidad	Liderazgo	Principios
Experiencia docente Trilce		1.0	1.0	2.0	5.0	7.0
Experiencia otro			3.0	5.0	4.0	9.0
Formación académica				3.0	4.0	7.0
Capacidad de gestión					4.0	7.0
Liderazgo						5.0
Principios y valores	Incon: 0.08					

### Criterio de Experiencia otro frente a criterio de Formación:

Experiencia otro

9 8 7 6 5 4 3 2 | 2 3 4 5 6 7 8 9

.....|.....

.....|.....

Formación académica

Compare the relative importance with respect to: Goal: Selección de un director académico

	Experiencia	Experiencia	Formación	Capacidad	Liderazgo	Principios
Experiencia docente Trilce		1.0	1.0	2.0	5.0	7.0
Experiencia otro			3.0	5.0	4.0	9.0
Formación académica				3.0	4.0	7.0
Capacidad de gestión					4.0	7.0
Liderazgo						5.0
Principios y valores	Incon: 0.08					

### Criterio de Experiencia otro frente a criterio de Capacidad de gestión:

Experiencia otro

9 8 7 6 5 4 3 2 | 2 3 4 5 6 7 8 9

.....|.....

.....|.....

Capacidad de gestión

Compare the relative importance with respect to: Goal: Selección de un director académico

	Experiencia	Experiencia	Formación	Capacidad	Liderazgo	Principios
Experiencia docente Trilce		1.0	1.0	2.0	5.0	7.0
Experiencia otro			3.0	5.0	4.0	9.0
Formación académica				3.0	4.0	7.0
Capacidad de gestión					4.0	7.0
Liderazgo						5.0
Principios y valores	Incon: 0.08					

### Criterio de Experiencia otro frente a criterio de Liderazgo:

Experiencia otro

9 8 7 6 5 4 3 2 | 2 3 4 5 6 7 8 9

.....|.....

.....|.....

Liderazgo

Compare the relative importance with respect to: Goal: Selección de un director académico

	Experiencia	Experiencia	Formación	Capacidad	Liderazgo	Principios
Experiencia docente Trilce		1.0	1.0	2.0	5.0	7.0
Experiencia otro			3.0	5.0	4.0	9.0
Formación académica				3.0	4.0	7.0
Capacidad de gestión					4.0	7.0
Liderazgo						5.0
Principios y valores	Incon: 0.08					

## Criterio de Experiencia otro frente a criterio de Principios y valores:

Experiencia otro

- Extreme
- Very Strong
- Strong
- Moderate
- **Equal**
- Moderate
- Strong
- Very Strong
- Extreme

Compare the relative importance with respect to: Goal: Selección de un director académico

Principios y valores

	Experienci	Experienci	Formación	Capacidad	Liderazgo	Principios
Experiencia docente Trilce		1.0	1.0	3.0	5.0	9.0
Experiencia otro			1.0	5.0	5.0	9.0
Formación académica				3.0	5.0	9.0
Capacidad de gestión					3.0	7.0
Liderazgo						5.0
Principios y valores	Incon: 0.04					

## Criterio de Formación frente a criterio de Capacidad de gestión:

Formación académica

9 8 7 6 5 4 3 2 | 2 3 4 5 6 7 8 9

.....|.....

Capacidad de gestión

Compare the relative importance with respect to: Goal: Selección de un director académico

	Experienci	Experienci	Formación	Capacidad	Liderazgo	Principios
Experiencia docente Trilce		1.0	1.0	2.0	5.0	7.0
Experiencia otro			3.0	5.0	4.0	9.0
Formación académica				3.0	4.0	7.0
Capacidad de gestión					4.0	7.0
Liderazgo						5.0
Principios y valores	Incon: 0.08					

## Criterio de Formación frente a criterio de Liderazgo:

Formación académica

9 8 7 6 5 4 3 2 | 2 3 4 5 6 7 8 9

.....|.....

Liderazgo

Compare the relative importance with respect to: Goal: Selección de un director académico

	Experienci	Experienci	Formación	Capacidad	Liderazgo	Principios
Experiencia docente Trilce		1.0	1.0	2.0	5.0	7.0
Experiencia otro			3.0	5.0	4.0	9.0
Formación académica				3.0	4.0	7.0
Capacidad de gestión					4.0	7.0
Liderazgo						5.0
Principios y valores	Incon: 0.08					

### Criterio de Formación frente a criterio de Principios y valores:

Formación académica

9 8 7 6 5 4 3 2 | 2 3 4 5 6 7 8 9

.....|.....

Principios y valores

Compare the relative importance with respect to: Goal: Selección de un director académico

	Experiencia	Experiencia	Formación	Capacidad	Liderazgo	Principios
Experiencia docente Trilce		1.0	1.0	2.0	5.0	7.0
Experiencia otro			3.0	5.0	4.0	9.0
Formación académica				3.0	4.0	7.0
Capacidad de gestión					4.0	7.0
Liderazgo						5.0
Principios y valores	Incon: 0.08					

### Criterio de Capacidad de gestión frente a criterio de Liderazgo:

Capacidad de gestión

9 8 7 6 5 4 3 2 | 2 3 4 5 6 7 8 9

.....|.....

Liderazgo

Compare the relative importance with respect to: Goal: Selección de un director académico

- Extreme

- Very Strong

- Strong

- Moderate

- Equal

- Moderate

- Strong

- Very Strong

- Extreme

	Experiencia	Experiencia	Formación	Capacidad	Liderazgo	Principios
Experiencia docente Trilce		1.0	1.0	2.0	5.0	7.0
Experiencia otro			3.0	5.0	4.0	9.0
Formación académica				3.0	4.0	7.0
Capacidad de gestión					4.0	7.0
Liderazgo						5.0
Principios y valores	Incon: 0.08					

### Criterio de Capacidad de gestión frente a criterio de Principios y valores:

Capacidad de gestión

9 8 7 6 5 4 3 2 | 2 3 4 5 6 7 8 9

.....|.....

Principios y valores

Compare the relative importance with respect to: Goal: Selección de un director académico

- Extreme

- Very Strong

- Strong

- Moderate

- Equal

- Moderate

- Strong

- Very Strong

- Extreme

	Experiencia	Experiencia	Formación	Capacidad	Liderazgo	Principios
Experiencia docente Trilce		1.0	1.0	2.0	5.0	7.0
Experiencia otro			3.0	5.0	4.0	9.0
Formación académica				3.0	4.0	7.0
Capacidad de gestión					4.0	7.0
Liderazgo						5.0
Principios y valores	Incon: 0.08					

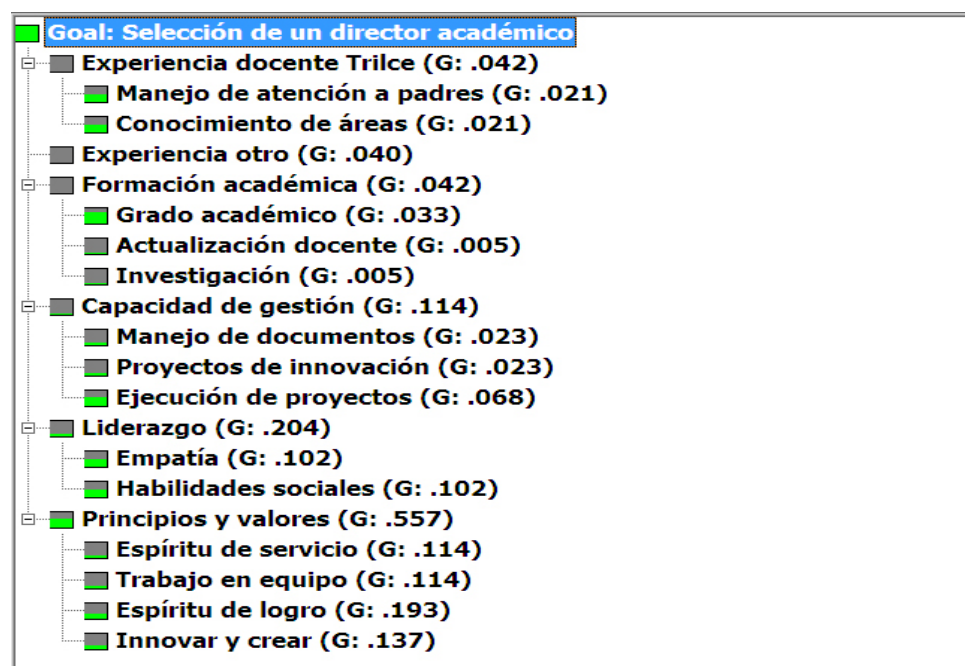
### Criterio de Liderazgo frente a criterio de Principios y valores:

Compare the relative importance with respect to: Goal: Selección de un director académico						
Liderazgo						
Principios y valores						
	Experienci	Experienci	Formación	Capacidad	Liderazgo	Principios
Experiencia docente Trilce		1.0	1.0	2.0	5.0	7.0
Experiencia otro			3.0	5.0	4.0	9.0
Formación académica				3.0	4.0	7.0
Capacidad de gestión					4.0	7.0
Liderazgo						5.0
Principios y valores	Incon: 0.08					

### 4.3.2.8. CONTRASTACIÓN DE RESULTADOS

Se procede a realizar la contrastación de resultados con el software Expert Choice. El Anexo 2 muestra un reporte completo para este caso. A continuación, en la Figura 8, se muestra las prioridades resultantes calculados con Expert Choice.

**Figura 8. Estructura jerárquica con las prioridades resultantes para seleccionar a un director académico para los niveles de inicial y primaria.**



#### 4.4. CASO 3: EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO DOCENTE

##### 4.4.1. ANTECEDENTES

En el año 2009 el equipo de directores académicos de los niveles de inicial y primaria, pertenecientes a cuatro de las sedes de la corporación, decidieron presentar a la dirección ejecutiva un *ranking* de profesoras en base a evaluar su desempeño docente. El objetivo era estimular a los mejores docente mediante una mejora de sueldos. Para ello se confeccionó cuatro instrumentos de medición. *En el Instrumento 1 puede apreciarse que para Trilce la preparación académica de sus docentes es de gran relevancia. Se evalúa su preparación académica, su capacitación, su experiencia (antigüedad) y sus méritos obtenidos. En el Instrumento 2 se evalúa las actitudes personales del docente, enfocadas en aspectos específicos como su asistencia y puntualidad, presentación personal, actitudes diarias (trata correctamente a los alumnos, es solidario, se identifica con la institución, etc.) y su desenvolvimiento con los padres de familia. El Instrumento 3 consigna la autoevaluación de los docentes, a través de los siguientes aspectos específicos: asistencia y puntualidad, presentación personal, actitudes diarias, desenvolvimiento pedagógico, desenvolvimiento tutorial y organización del aula. Por último, el Instrumento 4 constituye una Ficha de Observación de Clase, en la que se evalúa el aspecto personal (presentación), la metodología (dominio del tema, manejo del grupo, etc.) y el orden y limpieza del aula durante la sesión.*

*Al Instrumento 1 le puede corresponder un puntaje máximo que oscila entre 70 y 80 puntos, y se aplica dos veces al año (julio y diciembre). El Instrumento 2 ofrece hasta 150 puntos (tratándose ya de un caso de excelencia); se aplica en forma bimestral, es decir 4 veces al año. En tanto, el Instrumento 3 otorga hasta 220 puntos, también tratándose de un caso de excelencia, y se aplica bimestralmente. El Instrumento 4 puede conceder a un docente muy preparado un puntaje máximo de hasta 125. Se aplica una vez por bimestre.*



*Estos instrumentos son tomados en cuenta para ofrecer los premios y estímulos del año lectivo y aun los del siguiente. Estos estímulos incluyen incrementos de sueldo, premiaciones por logros destacados en actividades internas y externas del colegio, capacitaciones subvencionadas, premios tangibles, entre otros [2].*

#### **4.4.2. APLICACIÓN DEL PAJ**

La aplicación del PAJ obedece a los pasos explicados en la sección II, la misma que brindará a la corporación educativa el apoyo necesario para la toma de decisión: elaboración de un *ranking* de desempeño docente. Se programó solo un taller, el mismo que sirvió para realizar las comparaciones pareadas por consenso. Puesto que ya se conocían los instrumentos de evaluación, por ser documentos de la institución, solo se procedió a revisar las puntuaciones que manejaba cada uno de estos antes de empezar con las comparaciones. La participación de los miembros del equipo decisor estuvo limitada por las funciones que cumplen en el cargo que desempeñan.

##### **4.4.2.1. DEFINICIÓN DE LOS PARTICIPANTES**

El equipo decisor estuvo conformado por:

- El director ejecutivo
- La jefa de psicología
- Director académico

Sumado al equipo decisor, el moderador, que en este caso fue el investigador.

##### **4.4.2.2. INFORMACIÓN REQUERIDA**

- Evaluación psicológica de las candidatas (jefa de psicología).
- Entrevistas personales (director ejecutivo).

- Instrumentos de evaluación docente (dirección académica).

#### **4.4.2.3. DEFINICIÓN DEL OBJETIVO**

Elaboración de un *ranking* de desempeño docente.

#### **4.4.2.4. IDENTIFICACIÓN DE LOS CRITERIOS**

En este caso ya se contaba con los criterios distribuidos en los cuatro instrumentos antes mencionados, en consecuencia las comparaciones pareadas se realizarán entre ellos. *Al respecto, cada instrumento tiene un peso distinto a la hora de determinar los estímulos. Así, el Instrumento 1 sirve de guía cuando se trata de incremento de sueldos y bonificaciones por acciones destacadas. El Instrumento 2 es la referencia para premiar la puntualidad y otras actitudes personales del maestro. El Instrumento 3, a través de su mecanismo de autoevaluación, revela también actitudes personales que se premian con diplomas o menciones públicas. En cuanto al Instrumento 4, que evalúa el desempeño del docente en el aula, sirve de base para ofrecer beneficios económicos (bonificaciones) y no económicos (diplomas, recordatorios, etc.) [2].*

#### **4.4.2.5. IDENTIFICACIÓN DE ALTERNATIVAS**

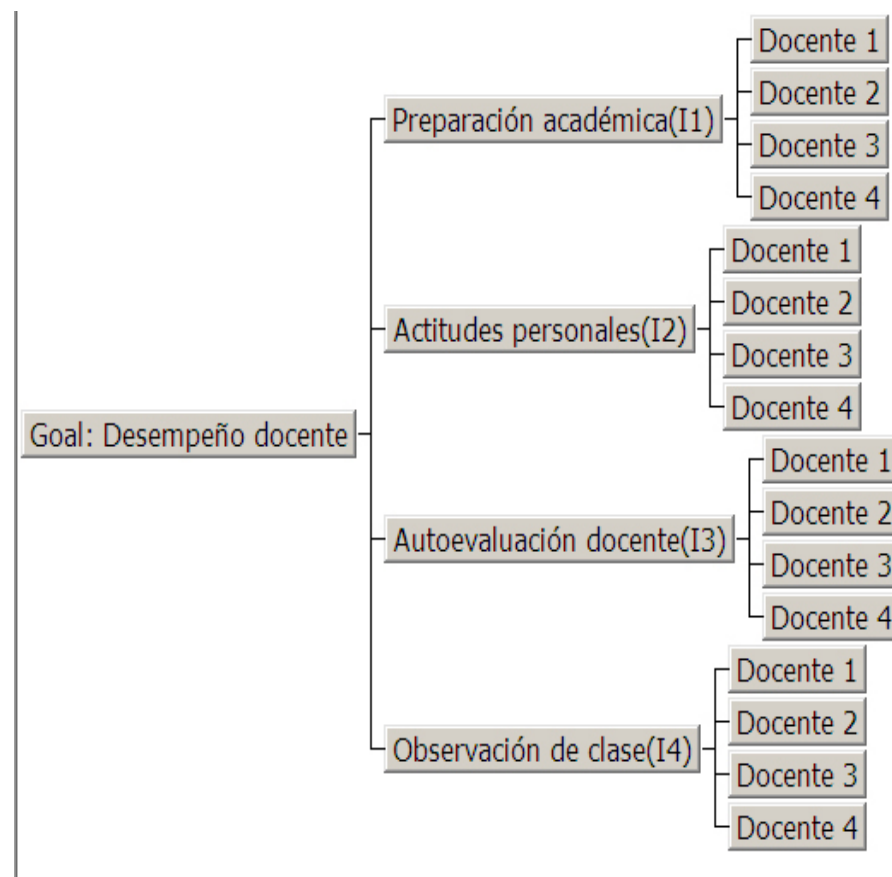
Para nuestro caso de elaboración de un *ranking* de desempeño docente, se tomó en cuenta a:

- Docente 1
- Docente 2
- Docente 3
- Docente 4

#### 4.4.2.6. ÁRBOL DE JERARQUÍA

Una vez determinado el objetivo, los criterios y las alternativas, en la Figura N° 9 muestra la estructura jerárquica.

**Figura 9. Estructura jerárquica del *ranking* de desempeño docente.**



#### 4.4.2.7. EVALUACIÓN DEL MODELO

Con ayuda de un proyector multimedia los participantes realizaron las comparaciones pareadas mediante juicios verbales y según la escala propuesta por Saaty (1 a 9), para cada nivel de la Jerarquía, los mismos que fueron anotados en las matrices de comparaciones pareadas respectivas.

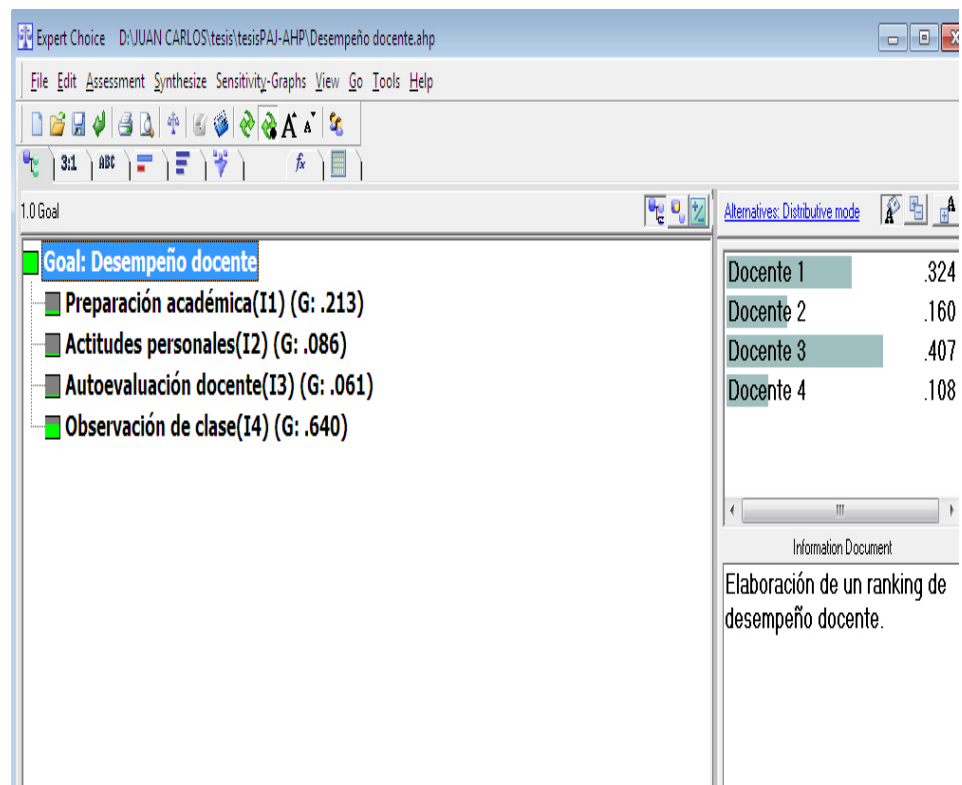
- **Prioridad respecto a la meta global**

Son cuatro los criterios que asisten directamente a la meta global: Criterio Instrumento 1, Criterio Instrumento 2, Criterio Instrumento 3, Criterio Instrumento 4. El anexo 4 muestra los cuatro instrumentos de medición de desempeño docente.

#### 4.4.2.8. CONTRASTACIÓN DE RESULTADOS

Se procede a realizar la contrastación de resultados con el software Expert Choice. El anexo 3 muestra un reporte completo para este caso. A continuación, en la Figura 10, se muestra las prioridades resultantes calculados con Expert Choice.

**Figura 10. Estructura jerárquica con las prioridades resultantes para la elaboración de un *ranking* de desempeño docente.**



## CAPÍTULO V RESULTADOS

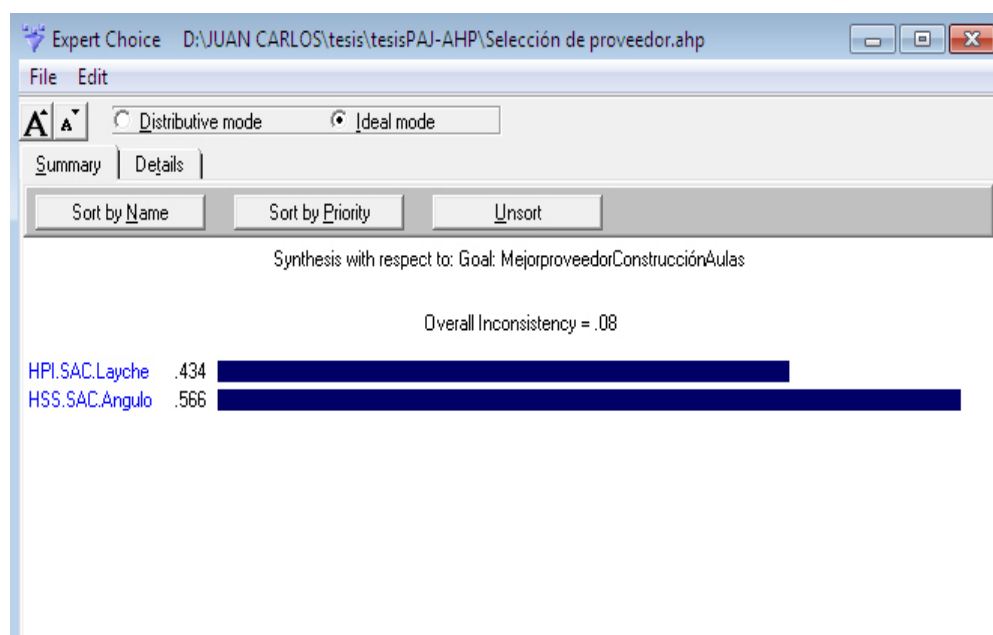
### 5.1. PRUEBA DE PROTOTIPO EN CASOS 1, 2 Y 3

Hasta aquí ya se han obtenido la estructura jerárquica y todas las comparaciones pareadas, a continuación se mostrará el modelo completo con el software Expert Choice que nos facilitará la síntesis y el análisis de sensibilidad para cada uno de los tres casos.

#### CASO 1: Seleccionar al mejor proveedor para la construcción de aulas

A continuación se muestra el proceso de síntesis, es decir, el cálculo de las prioridades respecto a la meta global.

**Figura 11. Prioridades de las alternativas respecto a la meta global - Caso 1.**



**Figura 12. Resumen de prioridades obtenidas - Caso 1.**

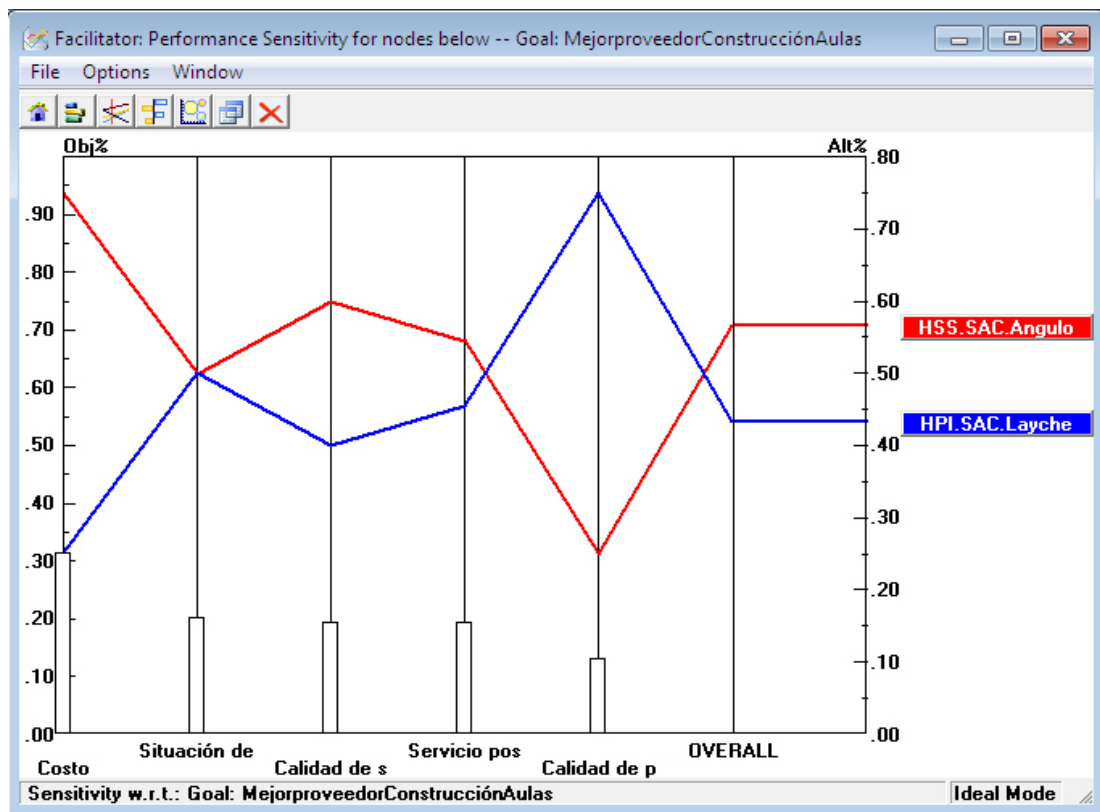
Expert Choice D:\JUAN CARLOS\tesis\tesisPAJ-AHP\Selección de proveedor.ahp			
File Edit			
A Distributive mode Ideal mode			
Summary Details			
Show Totals Outline By Alternatives			
Level 1	Level 2	Alts	Prty
Percent Costo (G: .306)			25.3
Costo (G: .306)	Percent Facilidad de pago (G: .153)		12.7
Costo (G: .306)	Facilidad de pago (G: .153)	HPI.SAC....	.032
Costo (G: .306)		HSS.SAC....	.095
Costo (G: .306)	Percent Precios (G: .153)		12.7
Costo (G: .306)	Precios (G: .153)	HPI.SAC....	.032
Costo (G: .306)		HSS.SAC....	.095
Percent Situación de la empresa (G: .195)			24.0
Situación de la empresa (G: .195)	Percent Situación legal (G: .146)		18.0
Situación de la empresa (G: .195)	Situación legal (G: .146)	HPI.SAC....	.090
Situación de la empresa (G: .195)		HSS.SAC....	.090
Situación de la empresa (G: .195)	Percent Respaldo económico (G: .049)		6.0
Situación de la empresa (G: .195)	Respaldo económico (G: .049)	HPI.SAC....	.030
Situación de la empresa (G: .195)		HSS.SAC....	.030
Percent Calidad de servicio (G: .187)			19.3
Calidad de servicio (G: .187)	Percent Oportuna atención (G: .093)		7.7
Calidad de servicio (G: .187)	Oportuna atención (G: .093)	HPI.SAC....	.019
Calidad de servicio (G: .187)		HSS.SAC....	.058
Calidad de servicio (G: .187)	Percent Tiempo de entrega (G: .093)		11.6
Calidad de servicio (G: .187)	Tiempo de entrega (G: .093)	HPI.SAC....	.058
Calidad de servicio (G: .187)		HSS.SAC....	.058
Percent Servicio posventa (G: .187)			21.3
Servicio posventa (G: .187)	Percent Garantía (G: .140)		17.4
Servicio posventa (G: .187)	Garantía (G: .140)	HPI.SAC....	.087
Servicio posventa (G: .187)		HSS.SAC....	.087
Servicio posventa (G: .187)	Percent Apoyo en actividades (G: .047)		3.9
Servicio posventa (G: .187)	Apoyo en actividades (G: .047)	HPI.SAC....	.010
Servicio posventa (G: .187)		HSS.SAC....	.029
Percent Calidad de producto (G: .124)			10.2
Calidad de producto (G: .124)	Percent Calidad de material (G: .062)		5.1
Calidad de producto (G: .124)	Calidad de material (G: .062)	HPI.SAC....	.038
Calidad de producto (G: .124)		HSS.SAC....	.013
Calidad de producto (G: .124)	Percent Facilidad de uso (G: .062)		5.1
Calidad de producto (G: .124)	Facilidad de uso (G: .062)	HPI.SAC....	.038
Calidad de producto (G: .124)		HSS.SAC....	.013

De la Figura 12, se puede observar que con respecto a la meta global, los criterios de costo tienen la mayor prioridad con una contribución del 30,6% al cumplimiento del objetivo. Esto se debe en gran parte a que se ajusta a las especificaciones técnicas de la necesidad del usuario. De igual forma los criterios de situación de la empresa contribuyen con un 19,5%, los criterios de calidad de servicio y servicio posventa con un 18,7% y los criterios de calidad de producto con un 12,4%.

Como se aprecia en la Figura 11, las prioridades de las alternativas respecto a la meta global arrojan un resultado de 56,6% a favor de HSS. SAC. Angulo frente a un 43,4% de HPI. SAC. Layche.

El análisis de sensibilidad para las prioridades calculadas anteriormente se muestran en la Figura 13 mediante un gráfico de performance.

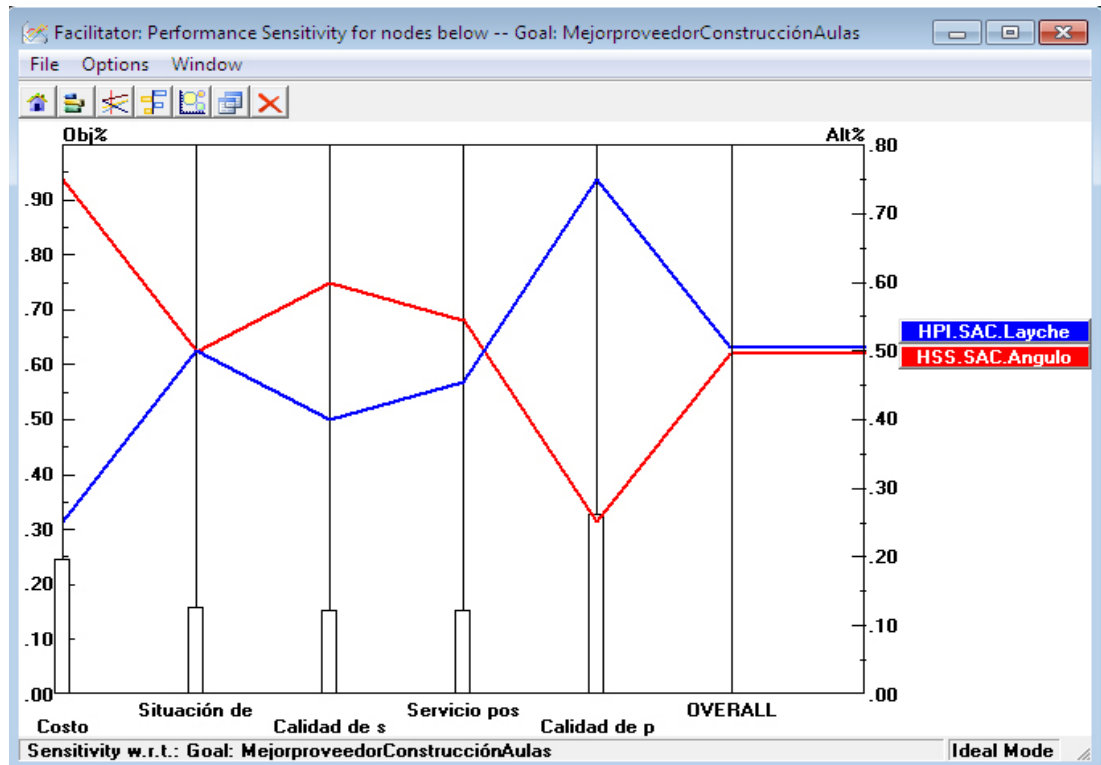
**Figura 13. Gráfico de la performance para las prioridades - Caso 1.**



En el gráfico se aprecia que la línea roja (HSS. SAC. Angulo) supera a la línea azul (HPI. SAC. Layche) cuando se acerca a los criterios de calidad de servicio y servicio posventa, mientras que la línea azul (HPI. SAC. Layche) supera a la línea roja (HSS. SAC. Angulo) cuando se acerca a los criterios de calidad de producto. Por otro lado, para los criterios de costos, la línea roja permanece arriba de la línea azul, lo cual indica que HSS. SAC. Angulo es la mejor alternativa respecto a estos criterios.

El modelo arroja estos resultados debido a que se ajusta a las especificaciones técnicas para la necesidad del usuario, pero ahora nos preguntamos: ¿Qué pasaría si la política de la empresa variara para darle mayor importancia a los criterios de calidad de producto?

**Figura 14. Gráfico de la performance considerando una mayor importancia de los criterios calidad de producto - Caso 1.**



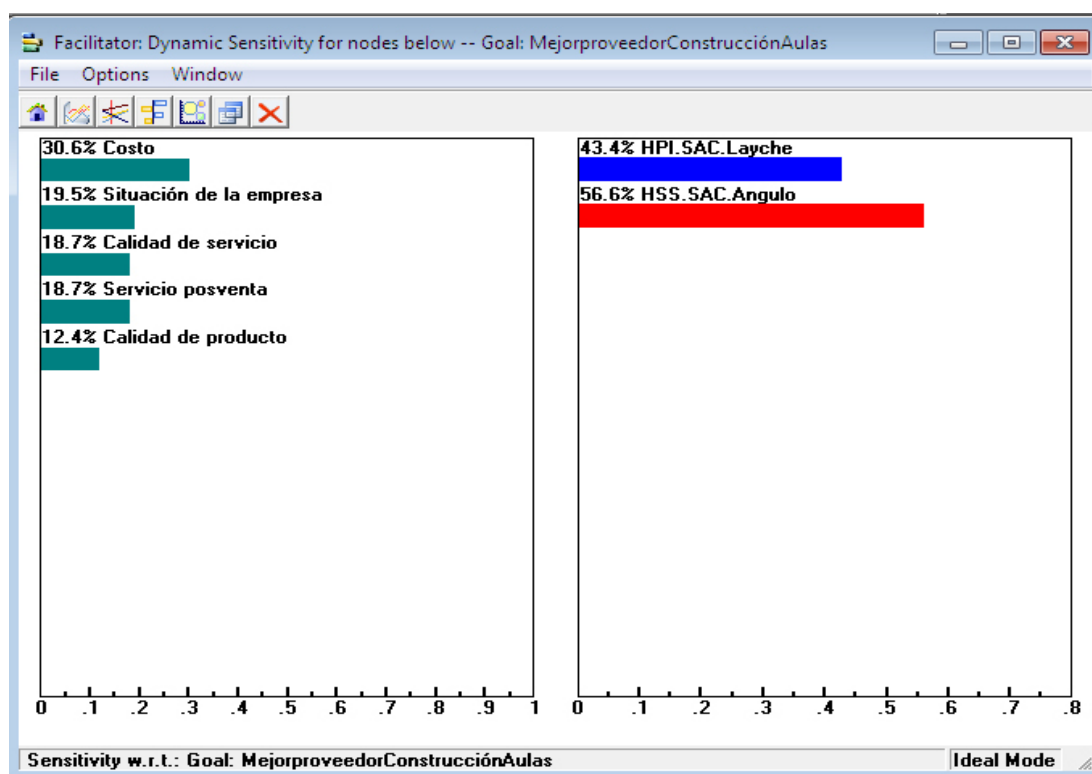
En la figura 14, se observa que cuando los criterios calidad de producto tiene una prioridad mayor a 31%, la alternativa a elegir será HPI. SAC. Layche. Por otro lado si los criterios calidad de producto tiene una prioridad menor o igual 31% la mejor alternativa siempre será HSS. SAC. Angulo.

### Interpretación de resultados CASO 1:

Las prioridades obtenidas sugieren que el mejor proveedor para la construcción de aulas es HSS. SAC. Angulo ya que cumple con los criterios de evaluación y las especificaciones técnicas para la necesidad del usuario, obteniendo una prioridad de 56,6%. La Figura 15 muestra un gráfico dinámico de resultados.



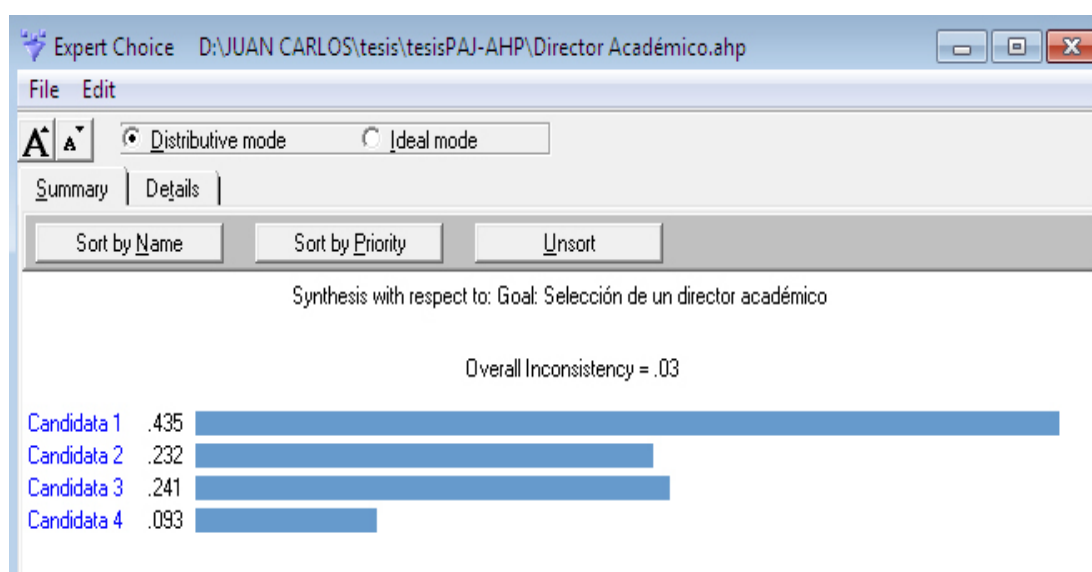
**Figura 15. Gráfico dinámico con las prioridades resultantes - Caso 1.**



## CASO 2: Selección del director académico.

A continuación se muestra el proceso de síntesis, es decir, el cálculo de las prioridades respecto a la meta global.

**Figura 16. Prioridades de las alternativas respecto a la meta global - Caso 2.**



**Figura 17. Resumen de prioridades obtenidas - Caso 2.**

Alts	Level 1	Level 2	Prty
Percent ...			43.6
	Percent Capacidad de gestión (G: .114)		3.4
		Manejo d...	.007
	Capacidad de gestión (G: .114)	Proyectos...	.006
		Ejecución...	.021
	Percent Experiencia docente Trilce (G: .042)		1.2
		Manejo d...	.006
	Experiencia docente Trilce (G: .042)	Conocimie...	.006
	Percent Experiencia otro (G: .040)		0.8
	Experiencia otro (G: .040)		.008
	Percent Formación académica (G: .042)		2.3
Candidat...		Grado ac...	.018
	Formación académica (G: .042)	Actualizac...	.002
		Investigac...	.003
	Percent Liderazgo (G: .204)		10.6
		Empatía (...)	.053
	Liderazgo (G: .204)	Habilidad...	.053
	Percent Principios y valores (G: .557)		25.3
		Espíritu d...	.061
		Trabajo e...	.062
	Principios y valores (G: .557)	Espíritu d...	.058
		Innovar y ...	.072
Percent ...			23.1
	Percent Capacidad de gestión (G: .114)		3.4
		Manejo d...	.007
	Capacidad de gestión (G: .114)	Proyectos...	.006
		Ejecución...	.021

Candidat...	Percent Experiencia docente Trilce (G: .042)		1.4
	Experiencia docente Trilce (G: .042)	Manejo d...	.008
		Conocimie...	.006
	Percent Experiencia otro (G: .040)		0.8
	Experiencia otro (G: .040)		.008
	Percent Formación académica (G: .042)		0.9
	Formación académica (G: .042)	Grado ac...	.006
		Actualizac...	.002
		Investigac...	.001
	Percent Liderazgo (G: .204)		4.0
	Liderazgo (G: .204)	Empatía (...)	.020
		Habilidad...	.020
	Percent Principios y valores (G: .557)		13.5
	Principios y valores (G: .557)	Espíritu d...	.023
		Trabajo e...	.018
		Espíritu d...	.058
		Innovar y ...	.036
Percent ...			9.2
Candidat...	Percent Capacidad de gestión (G: .114)		1.2
	Capacidad de gestión (G: .114)	Manejo d...	.002
		Proyectos...	.006
		Ejecución...	.004
	Percent Experiencia docente Trilce (G: .042)		0.3
	Experiencia docente Trilce (G: .042)	Manejo d...	.001
		Conocimie...	.002
	Percent Experiencia otro (G: .040)		0.3
	Experiencia otro (G: .040)		.003
	Percent Formación académica (G: .042)		0.2
	Formación académica (G: .042)	Actualizac...	.000
		Investigac...	.000
	Percent Liderazgo (G: .204)		1.6
	Liderazgo (G: .204)	Empatía (...)	.008
		Habilidad...	.008
	Percent Principios y valores (G: .557)		5.6
	Principios y valores (G: .557)	Espíritu d...	.007
		Trabajo e...	.016
		Espíritu d...	.019
		Innovar y ...	.014

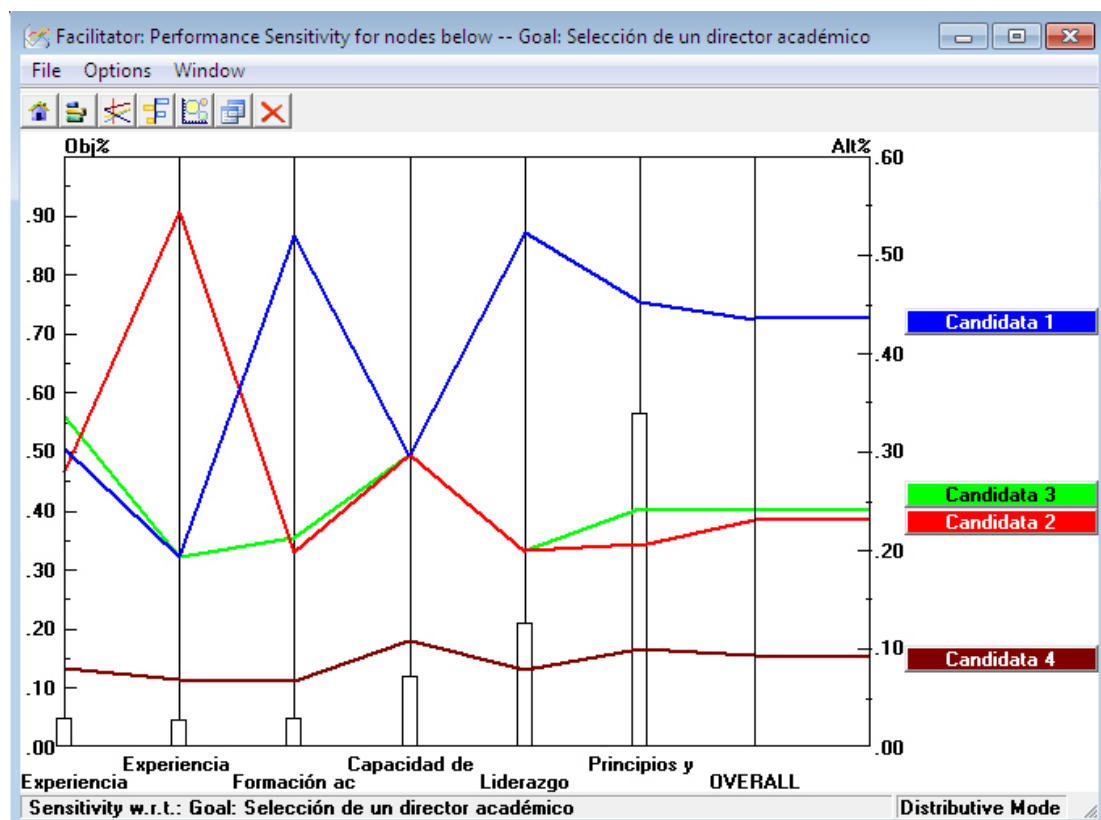
De la Figura 17, se puede observar que con respecto a la meta global, los criterios de Principios y valores tienen la mayor prioridad con una contribución del 55,7% al cumplimiento del objetivo. Esto se debe a que cumple con el perfil directivo y la política remunerativa de la empresa. De igual forma los criterios de experiencia docente Trilce contribuyen con un 4,2%, el criterio de

experiencia docente otro con un 4%, formación académica 4,2%, los criterios de capacidad de gestión con 11,4% y liderazgo con 20%.

Como se aprecia en la Figura 16, las prioridades de las alternativas respecto a la meta global arrojan un resultado de 43,5% a favor de la Candidata 1, en segundo lugar la Candidata 3 con un 24,1%, la candidata 2 con un 23,2% en tercer lugar y en cuarto lugar la Candidata 4 con un 9,3%.

El análisis de sensibilidad para las prioridades calculadas anteriormente se muestran en la Figura 18 mediante un gráfico de performance.

**Figura 18. Gráfico de la performance para las prioridades - Caso 2.**



En el gráfico se aprecia que la línea roja (Candidata 2) supera a las líneas verde, azul y marrón (Candidata 3, Candidata1 y Candidata 4, respectivamente) cuando se acerca al criterio de Experiencia otro, mientras que la línea verde (Candidata 3) supera a la línea roja (Candidata 2) cuando se

acerca a los criterios de Principios y valores. Por otro lado, para los criterios de Formación académica, Capacidad de gestión, Liderazgo y Principios y valores la línea azul permanece arriba de las otras tres líneas, lo cual indica que la Candidata 1 es la mejor alternativa.

El modelo arroja estos resultados debido a que se ajusta al perfil directivo y a la política remunerativa de la empresa, pero ahora nos preguntamos: ¿Qué pasaría si la política de la empresa variara para darle mayor importancia al criterio de experiencia otro?

En la figura 19 se observa se observa que cuando el criterio experiencia otro tiene una prioridad de 6,7% la Candidata 2 pasaría a ser la segunda mejor alternativa con respecto a la meta global, alcanzando un 24% frente a un 23,9%. Por otro lado cuando este mismo criterio llegara a tener una prioridad de 39,5%, la Candidata 2 pasaría a ser la mejor alternativas con respecto a la meta global con un 34,8% de preferencia frente a un 34,6% (Figura 20).

### **Interpretación de resultados CASO 2:**

Las prioridades obtenidas sugieren que la Candidata 1 es la elegida para ocupar el cargo de director académico de los niveles de inicial y primaria ya que cumple con los criterios de evaluación, el perfil directivo y la política remunerativa de la empresa obteniendo una prioridad de 43,5%.

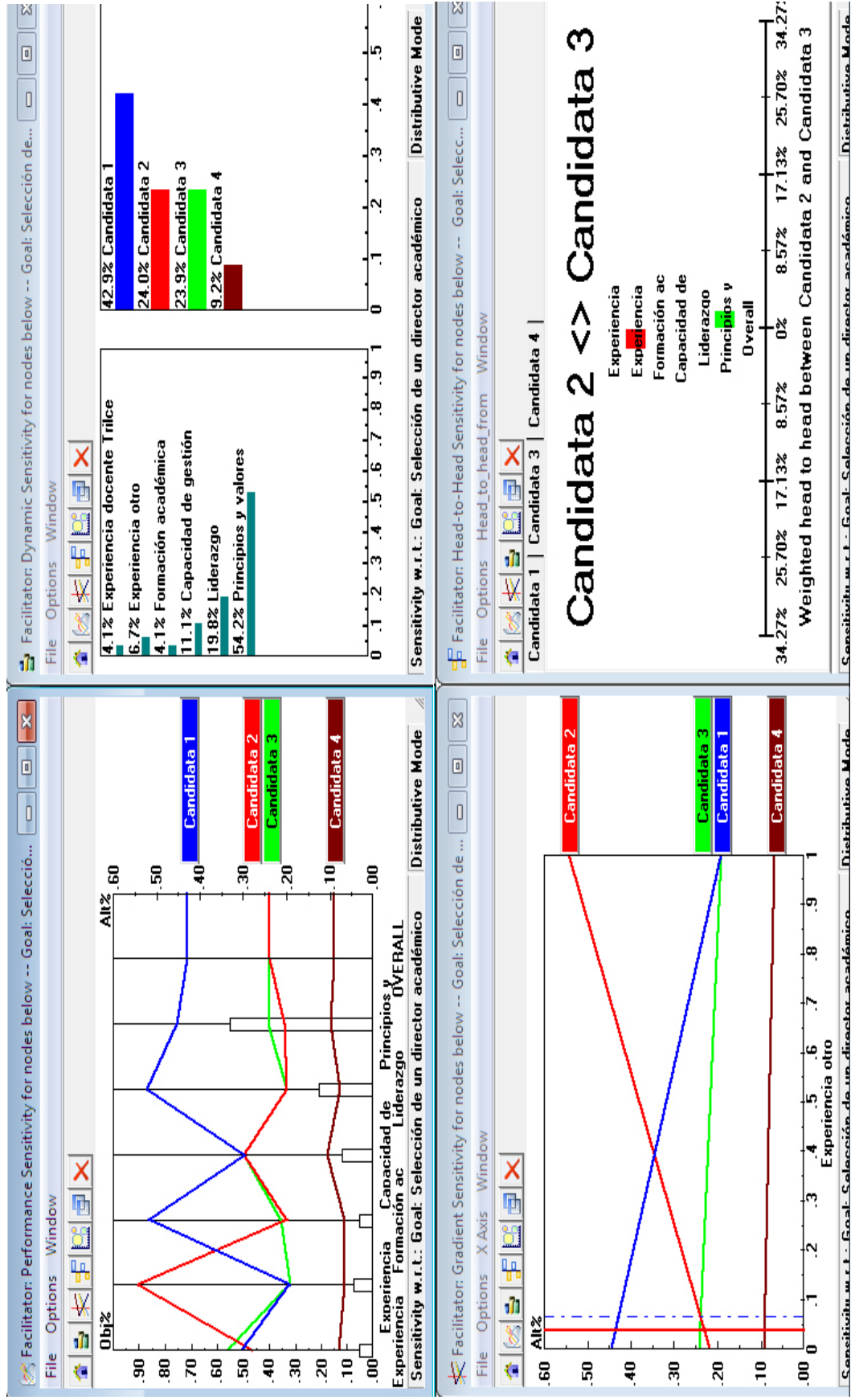


Figura 19. Gráfico que considera una mayor importancia del criterio experiencia otro - Candidata 2, segunda mejor preferida - caso 2.

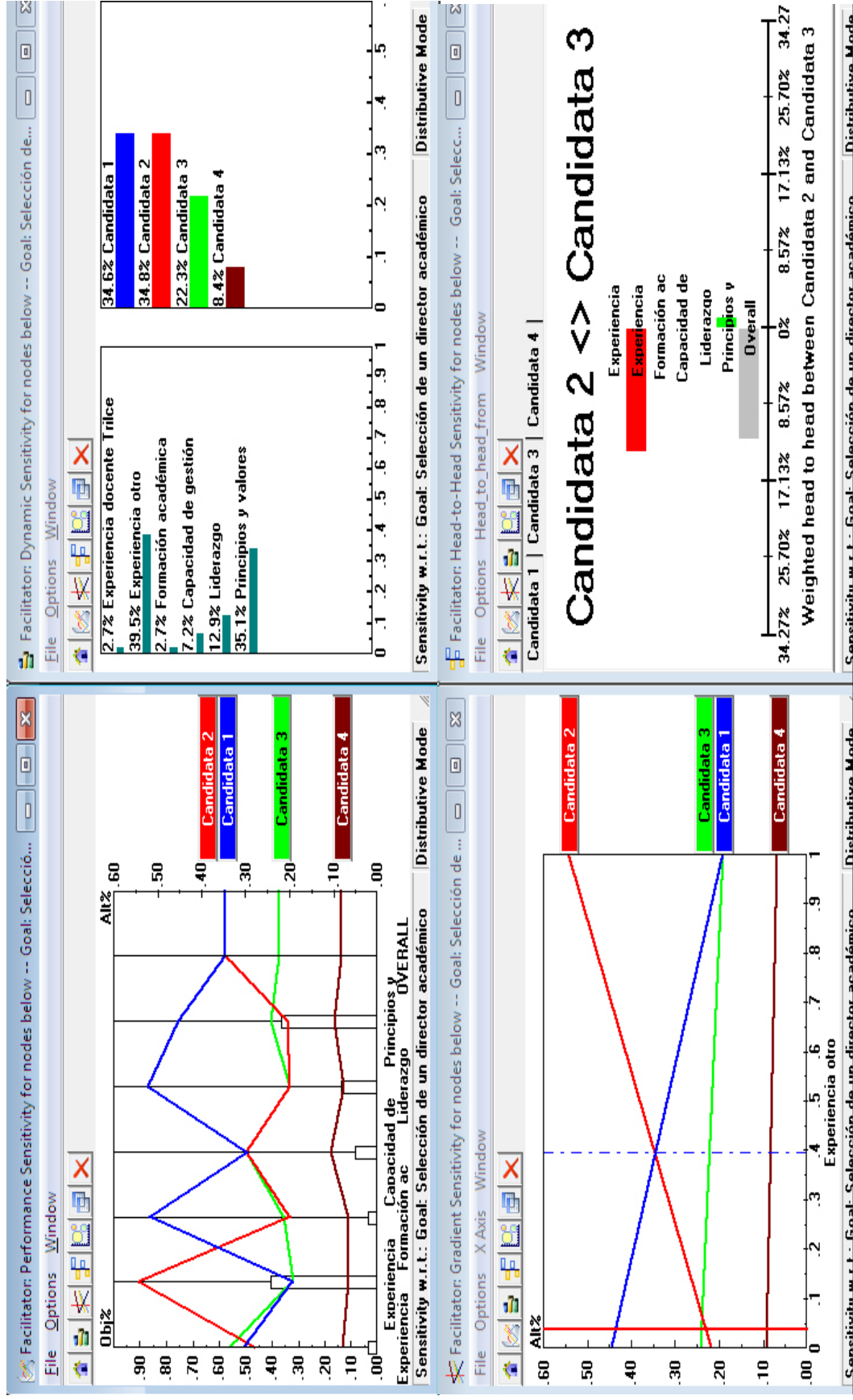
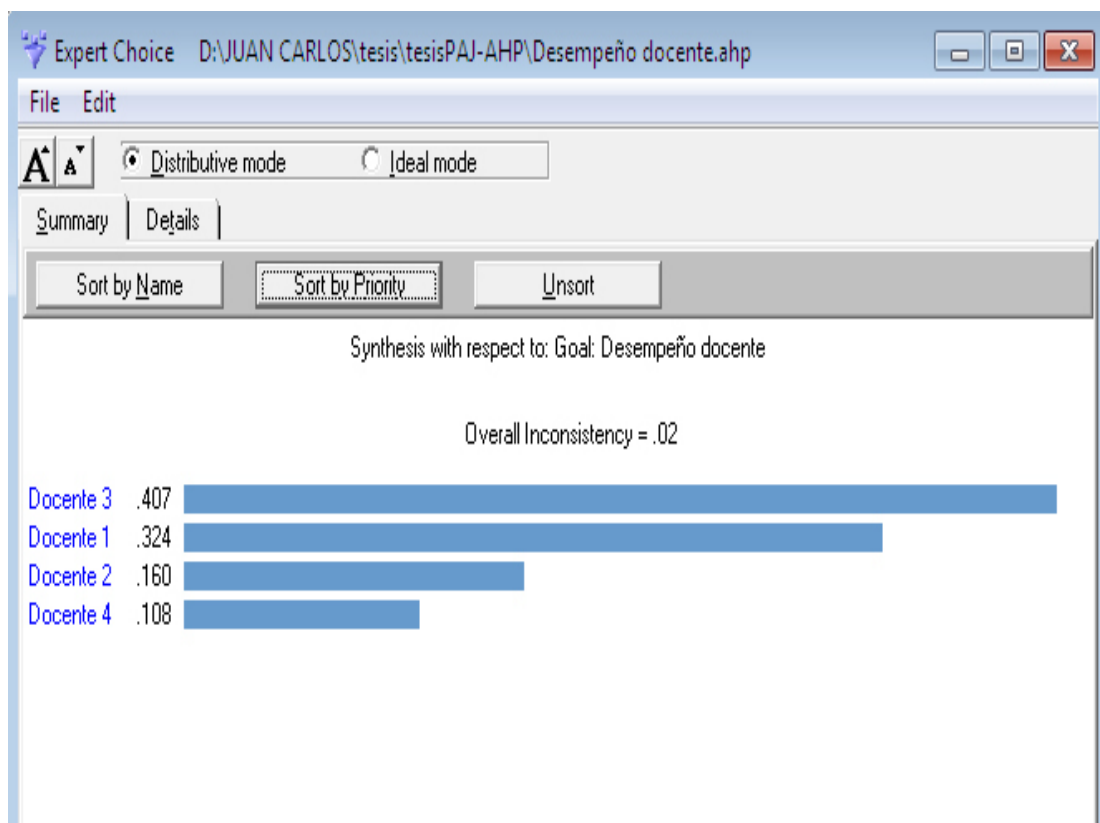


Figura 20. Gráfico que considera una mayor importancia del criterio experiencia otro - Candidata 2, mejor preferida - caso 2.

### CASO 3: Elaboración de *ranking* de desempeño docente.

A continuación se muestra el proceso de síntesis, es decir, el cálculo de las prioridades respecto a la meta global.

**Figura 21. Síntesis respecto a la meta global, ordenado de a cuerdo a la prioridad, con una inconsistencia tolerable de 0.02 - Caso 3.**



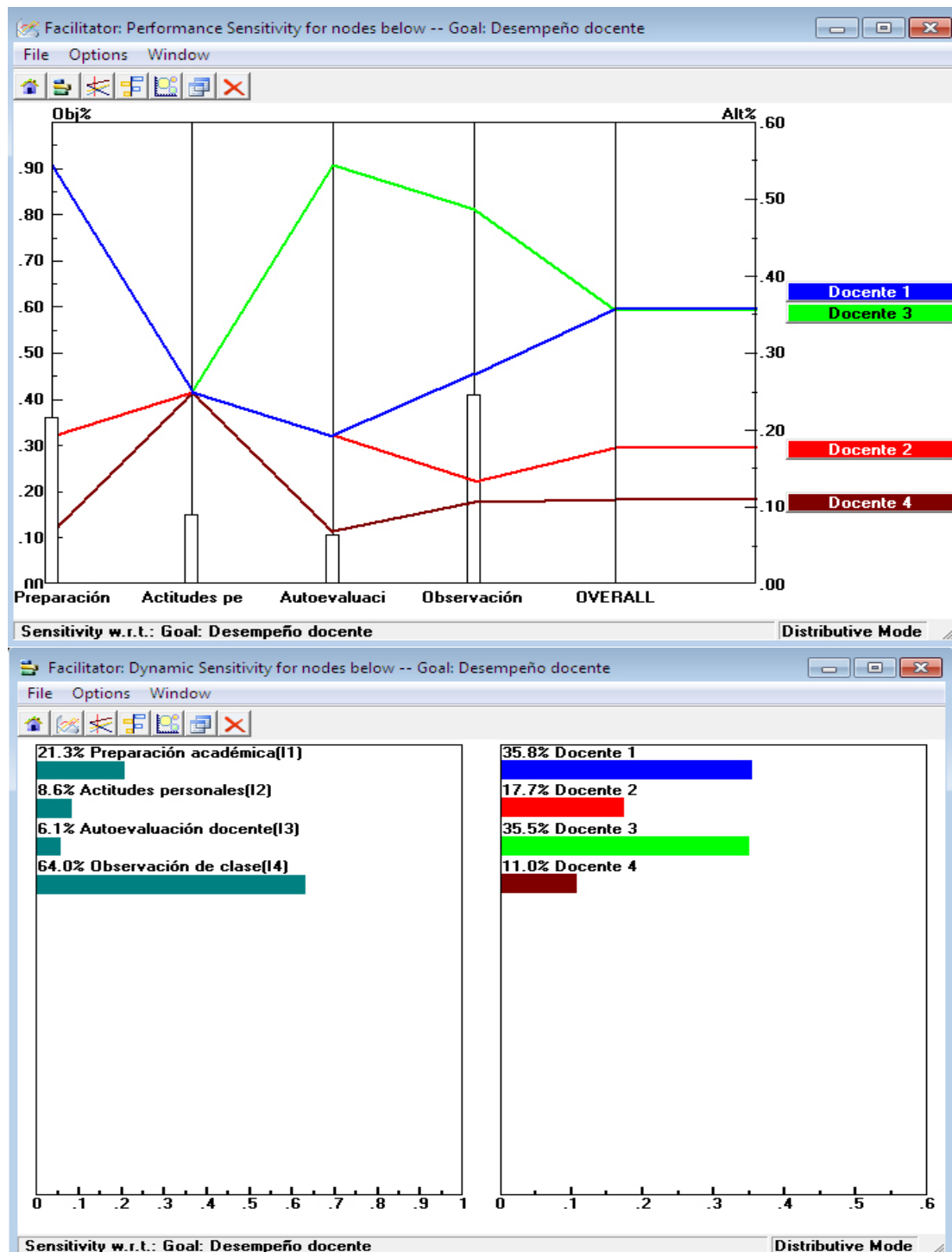
De la figura 21, las prioridades de las alternativas respecto a la meta global arrojan un *ranking* que encabeza el primer lugar el Docente 3 con una prioridad de 40,7%, en segundo lugar Docente 1 con una prioridad de 32,4%, en tercer lugar Docente 2 con un 16% de prioridad y en cuarto lugar Docente 4 con un 10,8% de prioridad.

Por otro lado, al realizar el análisis de sensibilidad, la figura 22, muestra los gráficos de performance y dinámico. En el gráfico se aprecia que la línea azul (Docente 1) supera a la línea verde (Docente 3) cuando el criterio prepa-



ración académica se acerca a los 28,1% de prioridad con respecto a la meta global. La línea 4, en todo el recorrido, nunca supera a las otra por lo que Docente 4 permanecerá por debajo de la preferencia respecto a la meta global.

**Figura 22. Gráfico de la performance y dinámico - Docente 1 primer lugar del *ranking* - Caso 3.**



El modelo arroja estos resultados debido a que se ajusta al perfil docente y a la política remunerativa de la empresa

### **Interpretación de resultados CASO 3:**

Las prioridades obtenidas sugieren que el *ranking* de desempeño docente estaría ordenado de la siguiente manera: En primer lugar Docente 3 con un 40,7% de prioridad, en segundo lugar Docente 1 con 32,4% de prioridad, en tercer lugar Docente 2 con 16% de prioridad y en cuarto lugar Docente 4 con 10,8% de prioridad respecto a la meta global (Figura 21).

## **5.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS**

En esta investigación, para el contraste de hipótesis, se utiliza la prueba binomial, ya que todas las observaciones posibles caen en una de dos categorías posibles. En tal sentido, a cada prueba o elemento de la muestra, se encuentran asociadas dos sucesos elementales:

E: éxito

E': fracaso

La probabilidad “p” de éxito y la probabilidad de fracaso en cada una de las pruebas o elementos permanece siempre constante, esto es:

$$P(E) = p$$

$$P(E') = 1-p = q$$

Luego la variable aleatoria “X”, definida como el el número de éxitos toma “n+1” valores, esto es:

$X = 0; 1; 2; 3; 4; \dots; n$ , que se distribuye con una función de probabilidad dada por la siguiente fórmula:

$$P(X = x/n; p) = \binom{n}{x} p^x q^{n-x}$$

donde:

\* $P(X = x/n; p)$ : es la probabilidad de que  $X = x$ , conociendo “n” y “p”.

\*n: tamaño de la muestra.

\*p: probabilidad de éxito en cada una de las pruebas.

\*q = 1-p: probabilidad de fracaso en cada una de las pruebas.

\*x: número de éxitos en la muestra ( $X = 1; 2; 3; 4; \dots; n$ ).

Para nuestra investigación la función de probabilidad será:

$$P(X \geq 3) = \sum_{x=3}^{19} \binom{n}{x} p^x q^{n-x}$$

## PROCEDIMIENTO

i) **Hipótesis nula:**  $H_0: p = q = 1/2$ , esto es, no existen diferencias entre la probabilidad de aplicar el prototipo SSD e incrementar los niveles de desempeño en la toma de decisiones (p) y la probabilidad de no aplicar el prototipo SSD e incrementar los niveles de desempeño en la toma de decisiones (q).  
 $H_1: p > q$ ; es decir, la probabilidad de aplicar el prototipo SSD e incrementar los niveles de desempeño en la toma de decisiones es mayor que la probabilidad de no aplicar el prototipo SSD e incrementar los niveles de desempeño en la toma de decisiones.

ii) **Prueba estadística:** se elige la prueba binomial debido a que los datos están en dos categorías discretas y el diseño es del tipo de una muestra.

iii) **Nivel de significancia:** Sea  $\alpha = 0,01$  y  $n = 19$  el número de casos.

iv) **Distribución muestral:** La distribución muestral está proporcionada por la ecuación:

$$P(X \geq 3) = \sum_{x=3}^{19} \binom{n}{x} p^x q^{n-x}$$

Sin embargo cuando  $n \leq 35$  y  $p = q = 1/2$ , la tabla de “Distribución binomial” (Anexo 8.6) proporciona las probabilidades asociadas con la ocurrencia según  $H_0$  de valores observados tan pequeños como “x”, y así en este caso no es necesario calcular directamente la distribución muestral.

v) **La región de rechazo:** Consta de todos los valores de X (donde X es el número de expertos que no aplicó el prototipo SSD) que son tan pequeños que la probabilidad asociada con su ocurrencia según  $H_0$ , es igual o menor que  $\alpha = 0,01$ .

vi) **Decisión:** En el experimento, todos los expertos menos tres aplicaron el prototipo SSD e incrementaron los niveles de desempeño en la toma de decisiones. Los datos se muestran en la tabla 5. En este caso,  $n = 19$  (número de observaciones independientes);  $x = 3$  (frecuencia más pequeña). En el Anexo 8.6 se muestra que para  $n = 19$ , la probabilidad asociada con  $x = 3$  es 0,001. Ya que esta probabilidad es más pequeña que  $\alpha = 0,01$ , la decisión es rechazar  $H_0$  en favor de  $H_1$ .

Así concluimos que  $p > q$ , esto es, la probabilidad de aplicar el prototipo SSD e incrementar los niveles de desempeño en la toma de decisiones, es mayor.

**Tabla 5: Contrastación de hipótesis: Aplicación de prototipo SSD.**

	SÍ	NO
FRECUENCIA	16	3

A continuación se puntualizan a través de los siguientes indicadores el incremento en los niveles de desempeño para la toma de decisiones al aplicar el prototipo SSD:

### **Usabilidad:**

\* Tres aplicaciones desarrolladas con éxito: Caso 1, selección del mejor proveedor para la construcción de aulas; Caso 2, selección de director académico para los niveles de inicial y primaria; Caso 3, *ranking* de desempeño docente.

\* Los equipos decisores estuvieron conformados por siete participantes en el caso 1, seis para el Caso 2 y tres para el Caso 3.

\* Tres informes finales evacuados y tres archivos AHP finales almacenados en la nueva base de datos.

### **Generación de resultados:**

\* Eficiencia: Por un lado los juicios de valor alcanzado por cada uno de los miembros del equipo decisor fueron usados para la toma de decisiones en los tres casos. En el Caso 1 se confeccionó un auditorio, aulas y baños, según consta en el presupuesto estimado de obra (Anexo 5).

El costo medio del proyecto ascendió a S/.107,95.

\* Eficacia: La cobertura de la obra en el Caso 1 fue de 1500 beneficiarios, para el caso 2 de 450 beneficiarios y para el Caso 3 de 15 beneficiarios que representan a la plana docente.

Por otro lado, se alcanzó un 100% de contratos exitosos. Para el Caso 1, la obra tiene una habitabilidad de un año en perfectas condiciones, para el Caso 2, la Candidata 1 asumió la conducción de un nivel de primaria y para el 2012 asumirá la dirección académica de los niveles de inicial y primaria y para el Caso 3, se alcanzó al director ejecutivo el *ranking* de desempeño docente, el mismo que debe ser considerado para el año 2012 para una mejora en las remuneraciones y una permanencia en la institución.

\* Calidad: Se pudo percibir en una de las reuniones de padres de fin de año, la utilidad de contar con una infraestructura de auditorio, la misma que

sirvió para la exposición de los trabajos de los niños y jóvenes durante una feria abierta a los padres de familia y donde se mostraron proyectos de plan lector como dioramas, escribiendo una carta al autor, infogramas, creación de títeres, etc. Participaron un total de 1000 personas y al final dejaron su impresión en un ánfora confeccionada para tal fin.

### **Interdependencia positiva, construcción de significados y relaciones psicosociales del equipo decisor:**

\* Cada integrante del equipo decisor alcanzó la información requerida y el aclare y sustentación necesaria se le solicitó en los momentos de aplicación del PAJ (Sección IV).

\* Conforme se iba desarrollando los talleres y la correspondiente prueba de prototipo los miembros del equipo decisor se interesaban por conocer del método y del manejo del software.

\* Si bien es cierto que las limitaciones de tiempo por parte de los integrantes del equipo decisor hicieron difícil la investigación, ya que estaban abocados a sus funciones, la posición del director ejecutivo de apoyar la misma benefició para el logro alcanzado. Los encargados de áreas como logística, contabilidad, tesorería, dirección académica, ahora muestran expresiones favorables para la conformación de equipos de trabajo cada vez que se requiera para un proyecto. Antes se pensaba que las reuniones de trabajo lo sacaban a uno de sus funciones y ahora han aprendido a sobrellevar roles que son indispensables para el mantenimiento de la marca en el mercado educativo.

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **CONCLUSIONES**

La aplicación del prototipo SSD en las áreas de Logística, Dirección académica y Recursos humanos, influye positivamente en la toma de decisiones debido a la facilidad de uso del método PAJ y a su organización visual.

El acercamiento a los SSD mediante el PAJ y soportados por el software Expert Choice, permite a los miembros del equipo decisor verificar de manera ágil, visual y dinámica, la consistencia de los datos cuando se trabaja con juicios subjetivos en el modelamiento de la toma de decisiones.

La aplicación de prototipo SSD permite incorporar, progresivamente, información que sirve de base para el desarrollo del sistema, debido a su correspondiente retroalimentación.

Los criterios cualitativos, basados en la experiencia de los miembros del equipo decisor recibieron un tratamiento matemático consistente en el Proceso Analítico Jerárquico, que tiene como uno de sus principios a la teoría de matrices y el cálculo de los autovectores (prioridades) y autovalores (para el estudio de la consistencia de datos).

### **RECOMENDACIONES**

El éxito de esta investigación tiene como punto de partida y sostén el apoyo del director ejecutivo. Lo inmediato obliga a seguir consolidando los

roles del equipo decisor en el sentido de que se sientan comprometidos con tareas que no solo involucren toma de decisiones específicas a sus áreas. En este sentido, el cambio organizacional tiene que ir acompañado de una serie de estímulos hacia los actores principales dentro de la organización.

Los equipos de decisión deben involucrar personas expertas cercanas a la labor de toma de decisiones que sean capaces de brindar juicios para cada criterio o alternativa y trabajar con la presión de equilibrar el cumplimiento de sus funciones y roles al interior de la empresa, ya que en algún momento puede ser requerido para formar parte de un equipo decisor “ajeno a su área”.



## GLOSARIO DE TÉRMINOS

**Alternativa.-** Es cada uno de los objetos que representan una solución.

**Comparaciones pareadas.-** Sirve para determinar diferencias o semejanzas entre dos objetos a partir de criterios o alternativas establecidas.

**Criterio.-** Es un juicio que se da para la toma de una decisión.

**Decisión.-** Es una elección entre alternativas.

**Decisiones semiestructurada.-** Decisiones que se establecen una vez el problema por medio de un modelo matemático en la fase de diseño y elección.

**Equipo decisor.-** Es un conjunto de personas que se plantea el problema de tomar decisiones.

**Modelo.-** Es una representación de la realidad la cual se trata de entender con mayor precisión.

**Multicriterio.-** Es un análisis que ayuda a tomar decisión entre medidas de diferente tipo

**Teoría de decisión.-** Esta teoría se ocupa de analizar cómo elige una persona para obtener el mejor resultado a partir de sus preferencias.

## **BIBLIOGRAFÍA**

[1]AVILA MOGOLLÓN, Ruth Maritza. El AHP (Proceso Analítico Jerárquico) y su aplicación para determinar los usos de las tierras. El caso de Brasil. [Archivo de INTERNET]. Santiago de Chile, diciembre 2000. [Citado el 26 de marzo de 2011]. Disponible en:

<[http://rlc.fao.org/proyecto/139jpn/document/3dctos/sirtplan/infotec/2\\_AHP.pdf](http://rlc.fao.org/proyecto/139jpn/document/3dctos/sirtplan/infotec/2_AHP.pdf)>

[2]FÉLIX RAMOS, Katia Lucía. Percepción de las Maestras en relación a las Políticas de Estímulo del centro educativo particular Trilce. Tesis (Grado de Magister en Educación). Lima, Perú. Escuela de Graduandos de la Universidad Católica del Perú. 2009.

[3]FERREIRA, Ernesto; IÑIGUEZ, Patricia. La Decisión con Apoyo Cuantitativo. El Método AHP. Seminarios Curriculares. Facultad de Ciencias Económicas. Universidad Nacional del Río Cuarto, Argentina. 2010.

[4]FONT GRAUPERA, Elena. Gestión de Información en el Proceso Analítico Jerárquico para la toma de decisiones de nuevos productos. Metodología de implantación. Tesis (Grado de doctor en Economía). La Habana, Cuba. Facultad de Economía de la universidad La Habana Cuba. 2000.

[5]GUZMAN, Alejandro; CHÁVEZ PONZANELLI, Ernesto. ¿Son los DSS solo para empresas grandes?. [Archivo de INTERNET]. [Citado el 8 de mayo de 2011]. Disponible en:

<<http://www.asidegroup.com/SonlosDSSsoloparalasgrandesempresas>>

[6]HERRERA UMAÑA, María Fernanda; OSORIO GÓMEZ, Juan Carlos. Modelo para la Gestión de Proveedores Utilizando AHP Difuso. [Artículo de investigación, Estudios Gerenciales, abril-junio, número 099 - Universidad ICESI – Cali, Colombia pp. 69 - 88] México: Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal. Universidad Autónoma del Estado de México. 2006.

[7]KENDAL, Kennet & KENDAL, Julie. El Rol del Analista de Sistemas. En Análisis y Diseño de Sistemas. México. 2006. Editorial PrenticeHall, pp 5, 42.

[8]L. SAATY, Thomas; VARGAS, Luis. Models, Methods, concepts y Applications of The Analytic Hierarchy Process. Kluwer's International Series. pp 4, 6, 13. 2001.

[9]MONDELO, Nemesio; SÁNCHEZ, Rebeca; CARRASQUERO, Néstor. El proceso analítico jerárquico como herramienta para la selección de la mejor ubicación de un relleno sanitario. [archivo de INTERNET]. Caracas, Venezuela. Departamento de investigación de operaciones y computación – Universidad Central de Venezuela [citado el 28 de setiembre 2009] disponible en: <<http://www.cepis.org.pe/bvsaidis/resisoli/mexico/03205e20.pdf>>

[10]Norma Internacional ISO 9001. Traducción Certificada. Sistemas de Gestión de la Calidad – Requisitos. Numeral 5.6.1, 7.4 Compras. pp. 5, 10.

[11]ODDERSHEDE HERRERA, Astrid; CARRASCO GONZÁLEZ, Rolando; BARHAM ABUMUHOR, Esperanza. Modelo de Decisiones Multi-criterio para Evaluar el Soporte de la Tecnología de Información en un Servicio de Salud Utilizando el Proceso Analítico Jerárquico. [Artículo, de investigación, Departamento de Ingeniería Industrial de la Universidad de Santiago de Chile] Chile. Aceptado el 12 de agosto de 2008.

[12]RAMÍREZ, Andrés María. El Proceso de Análisis Jerárquico con base en funciones de producción para planear la siembra de maíz de temporal. Tesis

(Grado de Doctor en Ciencias). Montecillo, México. Colegio de Postgraduados - Institución de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícola - Campus Montecillo Edafología. 2007.

[13]RAMIREZ, Gonzalo. Análisis Multicriterio en la Toma de Decisiones. [Archivo en INTERNET]. Uruguay: Facultad de Ciencias Económicas y de Administración – Universidad de la República. [citado 28 de setiembre de 2009] disponible en: <<http://www.ccee.edu.uy/ensenian/catmetad/material/MdA-Scoring-AHP.pdf>>

[14]RIVERO GUTIÉRREZ, Lourdes. Factores de Fidelización de Clientes de Operadores de Telecomunicaciones en España. Tesis (Grado de doctor en Ciencias Económicas). Madrid, España. Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales de la Universidad Complutense de Madrid. 2003.

[15]Schneider Ben. La diferenciación como estrategia. En: El Comercio: Economía y Negocios/ director Francisco Miro Quesada C. Lima, 26 de noviembre de 2011.

[16]TONCOVICH A.; MORENO JIMENEZ J. y CORRAL R. Selección Multicriterio de un sistema ERP mediante las metodologías AHP y ANP. [archivo de INTERNET]. Zaragoza: Primer Congreso de Logística y Gestión de la Cadena de Suministro – Departamento de Ingeniería de la Universidad Nacional del Sur, 12 y 13 de setiembre de 2007. [citado el 01 de octubre de 2009]. Disponible en: <<http://www.cnc-logistica.org/congreso-cnc/documentos/80.pdf>>

[17]TOSKANO HURTADO, Gerard Bruno. El Proceso de Análisis Jerárquico (AHP) como herramienta para la toma de decisiones en la selección de proveedores. Monografía (Título profesional de: Licenciado en Investigación Operativa). Lima, Perú. Facultad de Ciencias Matemáticas de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. 2005.

[18]UNESCO. Proyectos y Asesoría con el Analytic Hierarchy Process (AHP). [Archivo de INTERNET]. Chile. [citado el 25 de setiembre de 2009] disponible en:  
<<http://www.ee.ualberta.ca/~lebrija/fulcrum.pdf>>

## **ANEXOS**









































































































