

MEDICIÓN DE LA EFICIENCIA EN TÉRMINOS DE LIDERAZGO PARA ESTUDIANTES DE MAESTRÍA Y DIRIGENTES ORGANIZACIONALES¹

MEASURING EFFICIENCY IN TERMS OF LEADERSHIP AMONG GRADUATE STUDENTS AND ORGANIZATIONAL LEADERS

Carlos Mauricio Zuluaga Ramírez

Joven Investigador Colciencias. Integrante del grupo de investigación en Desarrollo Humano y Organizacional, Universidad Tecnológica de Pereira - UTP, Pereira, Colombia.
cmzuluaga@utp.edu.co

José Adalberto Soto Mejía

Docente Investigador, director de la Maestría en Investigación de Operaciones y Estadística. Líder del grupo de investigación Análisis Envoltente de Datos, Universidad Tecnológica de Pereira - UTP, Pereira, Colombia.
jomejia@utp.edu.co

Sandra Estrada Mejía

Docente Investigadora, líder del grupo de investigación en Desarrollo Humano y Organizacional, Universidad Tecnológica de Pereira - UTP, Pereira, Colombia.
sestrada@utp.edu.co

Resumen

El presente artículo expone los resultados de un proceso investigativo que involucró teorías de liderazgo, técnicas estadísticas multivariadas e investigación de operaciones para generar una propuesta de modelo matemático que permitiera evaluar y calificar la dimensión liderazgo en estudiantes de Maestría en Administración del Desarrollo Humano y Organizacional de la Universidad Tecnológica de Pereira y en dirigentes organizacionales del Área Metropolitana Centro Occidente - AMCO, conformada por los municipios de Pereira, Dosquebradas y La Virginia pertenecientes al departamento de Risaralda-Colombia. La metodología utilizada para esta investigación se basó en el uso de técnicas estadísticas que permitieron analizar y determinar relaciones entre las variables más representativas del liderazgo en el AMCO; posteriormente se definió un modelo

matemático de eficiencia con la técnica de Análisis Envoltente de Datos DEA. Con lo anterior, se pudo generar un instrumento para medir el nivel relativo de eficiencia de los dirigentes de la región y los estudiantes de maestría, esto posibilitó tener un diagnóstico de cómo se encontraban las personas estudiadas en relación con las variables analizadas y así determinar cuáles de ellas debían ser potenciadas con el fin de mejorar la dimensión liderazgo. Este proyecto no solamente apunta a mejorar la eficiencia de los líderes, sino que también busca ser un referente para generar propuestas de capacitación y mejoramiento destinadas a potenciar el desempeño mediante el desarrollo de capacidades que se están sub-utilizando.

Abstract

This paper presents the results of a research process that involved leadership theories, statistical multivariate techniques, and operations research to

Fecha de recepción: 28 - 10 - 2010

Fecha de aceptación: 20 - 12 - 2010

generate a proposal of a mathematical model for evaluating and rating the dimension of leadership among graduate students in Human and Organizational Development Management at Universidad Tecnológica de Pereira and organizational leaders in the central western metropolitan area (AMCO from its Spanish acronym), which consists of the municipalities of Pereira, Dosquebradas, and Virginia in the State of Risaralda in Colombia. The methodology for this research was based on the use of statistical techniques for establishing and analyzing the relationships among the most representative variables of leadership within AMCO. Subsequently, a mathematical model of efficiency was devised using the Data Envelopment Analysis (DEA) technique. This provided the basis for creating an instrument for measuring the relative level of efficiency of regional leaders and MBA students. This made it possible to perform a diagnosis of the respondents' performance in relation to the variables analyzed and to determine which ones should be strengthened in order to improve the dimension of

leadership. This project is not only aimed at improving the efficiency of leaders, but also seeks to become a reference for training and improvement proposals designed to enhance performance by developing capabilities that are now being underused.

Palabras clave

Análisis envolvente de datos, análisis multivariado, eficiencia, liderazgo, modelo.

Keywords

Data Envelopment Analysis, Multivariate Analysis, Efficiency, Leadership, Model.

Clasificación JEL: M190

Introducción

En Colombia, a raíz de la apertura económica, de la organización y de los procesos de reconversión (Constitución política de Colombia, 1991) iniciados en 1989, se está obligando a una gestión internacional de la tecnología y del talento humano, lo que quiere decir que actualmente las empresas deben utilizar eficientemente sus recursos e innovar, manejando estándares internacionales, no sólo para sus productos sino también en sus procesos de desarrollo humano y organizacional.

Como consecuencia de este proceso de apertura de fronteras, las organizaciones y empresas se encuentran en constante lucha por ser cada vez más competitivas y necesitan crear estrategias para adaptarse exitosamente al ambiente de competencia mundial, esto ha generado que las personas que las conforman deban ser profesionales cada día más eficientes, capaces de dar lo mejor de sí para el bienestar de la organización.

Por esta razón, el estudio y el desarrollo del liderazgo en el talento humano se ha convertido en uno de los elementos esenciales de la vida empresarial y en un tema ampliamente tratado y estudiado; sin embargo a pesar de las numerosas investigaciones, que cubren aspectos

relacionados con la naturaleza y el comportamiento de los líderes el tema sigue siendo un fenómeno escasamente comprendido.

Uno de los aspectos más importantes sobre el liderazgo es la necesidad que tienen las organizaciones de contar con dirigentes organizacionales líderes, aquellos que logren el éxito de sus empresas y que orienten al talento humano a seguirlos (Zuluaga, Soto y Estrada, 2010a). Un líder, como todo ser humano, posee fortalezas y debilidades innatas que debe conocer; pero también requiere de procesos de formación en donde pueda aprender habilidades, destrezas, actitudes y aptitudes que le permitan potenciar su labor para así lograr los resultados esperados consigo mismo, con sus colaboradores y con la organización a la cual pertenece.

El arte de liderar una organización es todo un proceso, pues no se nace siendo líder. Si bien se tienen cualidades y actitudes compatibles con las de un dirigente hay que desarrollarlas en un tiempo de formación, en un proceso de aprendizaje y de experiencia laboral, en ocasiones se imitan y en otras se trata de no imitar en lo absoluto el comportamiento de los directivos, de aquí que el desarrollo y la formación de un líder tenga aspectos empíricos y otros cognoscitivos.

La tendencia de liderazgo en muchas empresas de nuestro país está fuertemente influenciada por la cultura alimentada desde el núcleo familiar; esta genera ambientes que impiden en muchas ocasiones brindar herramientas a los individuos para que se formen como líderes exitosos. Sin embargo, no se puede asumir que el liderazgo de nuestro país es inerte, que no cambia o que es involutivo, hay una nueva generación de dirigentes portadores de nuevas ideas, lo cual brinda indicios muy marcados de que se producirá un cambio, necesario para el éxito empresarial.

Lo anterior lleva a poner en perspectiva el estado de desarrollo de modelos de liderazgo a la luz de las teorías administrativas y la realidad cultural de nuestro país y especialmente de nuestra región. Dichos modelos logran mejores resultados en las empresas que no solamente dominan los aspectos técnicos sino que también saben interactuar con las personas e inspirarles entusiasmo por los objetivos comunes que cada organización se traza.

Por ello, se vio la necesidad de elaborar un modelo de liderazgo que permitiera analizar las características de líder que poseen los actuales dirigentes del Área Metropolitana Centro Occidente así como las personas que se están formando para liderar las organizaciones de la región, con lo cual se busca contribuir al fortalecimiento de las capacidades profesionales del talento humano del AMCO².

“El Modelo Matemático de Liderazgo para Dirigentes Organizacionales” (Zuluaga et al., 2009a), permitió evaluar y calificar el nivel de liderazgo de las personas a través de la aplicación de Técnicas Estadísticas Multivariadas³ y la utilización del Análisis Envolvente de Datos (DEA)⁴. Como resultado se obtuvo un diagnóstico de las cualidades, aptitudes y actitudes que poseen los dirigentes del AMCO en cuanto al tema de liderazgo y además permitió determinar los requerimientos de formación que necesitan para potenciar su labor dentro de las organizaciones.

Una síntesis de este modelo se presenta en las secciones 1, 2, 3 y 4 del presente artículo, en ellas se explican los antecedentes y la metodología utilizada para su desarrollo e implementación.

Las secciones 5 y 6 presentan los resultados obtenidos al aplicar la técnica de análisis envolvente de datos a los estudiantes de maestría y dirigentes organizacionales del AMCO; finalmente en la sección 7 se presenta la validación del modelo por medio de la técnica criterio de expertos.

1. Antecedentes del proyecto

El modelo matemático de liderazgo se encuentra soportado en el Modelo de Liderazgo AMCO (Estrada, 2008), hecho a la medida de las industrias del Área Metropolitana Centro Occidente, este último hace parte de los resultados presentados en la tesis doctoral “Propuesta de eje transversal para desarrollar la dimensión de liderazgo desde la Maestría en Administración del Desarrollo Humano y Organizacional de la Universidad Tecnológica de Pereira”. El modelo plantea seis fases que se describen por medio de 24 variables así:

FACILIDAD DE COMUNICACIÓN

Expresarse bien y sobre todo ser persuasivo en sus argumentos, convincente en su discurso. Para ello, se requiere el manejo de:

- **Coherencia:** congruencia semiótica entre los canales verbales y los no verbales, la consistencia sintáctica entre las partes de la frase y consistencia contextual dentro de la cual se pronuncia la frase.
- **Fluidez:** armonía con la que se entrelazan las ideas al comunicarse.
- **Generación de preguntas:** estímulo a la reflexión, la búsqueda interior, la concientización de que saben, el hallazgo de recursos internos, el aprendizaje, la creatividad, el análisis, la síntesis, el aumento de la autoestima y en general el desarrollo de potencialidades.
- **Compromiso:** atención en la persona con la que está dialogando.
- **Sensibilidad:** capacidad para escuchar los sentimientos subyacentes a las palabras.

DISPOSICIÓN AL APRENDIZAJE

Cambia de enfoque o de modo de concebir la realidad en busca de una mejor manera de hacer las cosas, que permita adquirir y asimilar nuevos conocimientos y destrezas para utilizarlos en el quehacer diario. Alcanzable a través de:

- **Percepción:** forma en que se organiza e interpreta la información recibida mediante los órganos sensoriales.
- **Curiosidad:** deseo de saber y averiguar el conocimiento de una cosa.
- **Creatividad:** contenido mental de cualquier tipo mediante ideas originales.

DESEMPEÑO EN EQUIPOS DE TRABAJO

Potencia las capacidades de cada uno de los integrantes lo que permite la sinergia necesaria al realizar actividades. Enfocado en el manejo de:

- **Actitud:** estado de ánimo con predisposición para la acción.
- **Bienestar:** adhesión circunstancial a la causa o empresa de otro.
- **Ayuda:** esfuerzo y medios utilizados para potenciar a otros equipos.
- **Tomade decisiones:** análisis de la contingencia y sus causas para identificar la acción propicia a seguir.
- **Seguimiento:** comprobación, inspección o intervención de una situación.
- **Sociabilidad:** relación establecida entre dos o más personas.

NEGOCIACIÓN Y SOLUCIÓN DE SITUACIONES

Maneja la diferencia de intereses u opiniones entre una o más partes sobre determinada situación o tema e involucra pensamiento y acción de los participantes.

Para alcanzarlo se debe tener en cuenta:

- **Control:** disposición individual que determina su tolerancia y paciencia frente a un hecho.
- **Orientación:** conciencia de su posición en las relaciones interpersonales.
- **Reflexión:** acción de centrar el pensamiento en algo con atención y compromiso.

ORIENTACIÓN A LOGROS

Elige y organiza las mejores alternativas disponibles para alcanzar resultados previamente definidos. Donde se requiere la interiorización de:

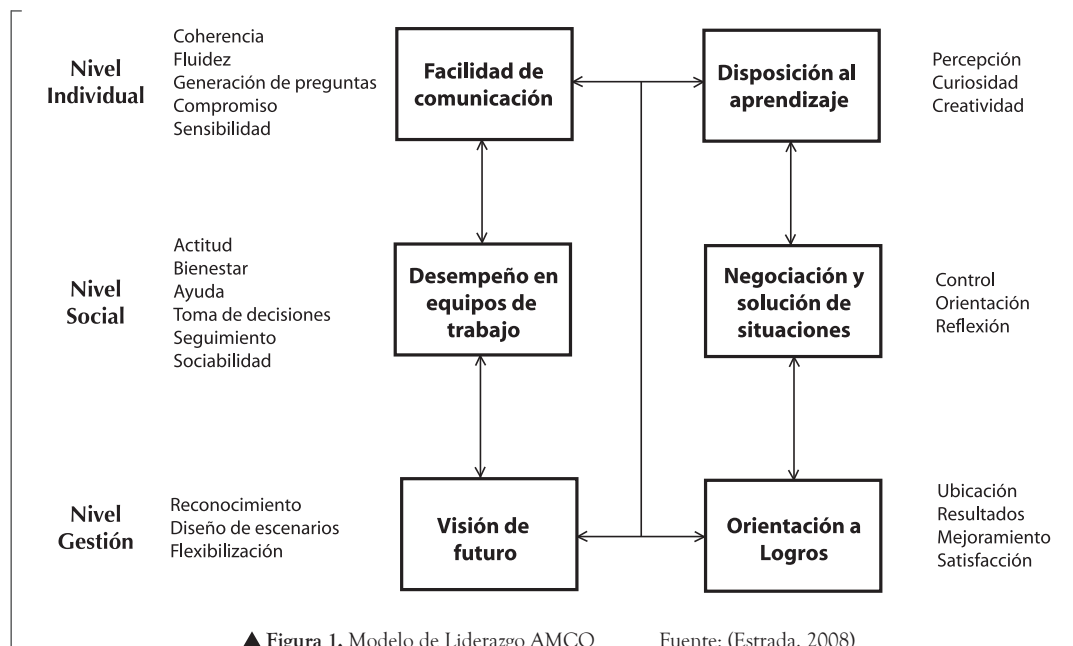
- **Ubicación:** dirección que se quiere seguir para alcanzar el éxito esperado.
- **Resultados:** efecto esperado de una serie de acciones a realizar.
- **Mejoramiento:** acción que permita superar limitaciones y afianzar capacidad para lograr resultados.
- **Satisfacción:** recompensa por los méritos realizados.

VISIÓN DE FUTURO

Tiene claridad acerca de la dirección de su organización, inspirado en el escenario de futuro deseado que motive a las personas a la excelencia. Con una orientación a:

- **Reconocimiento:** proceso para examinar a los integrantes de un equipo de trabajo, con el fin de identificar ventajas y desventajas individuales y grupales.
- **Diseño de escenarios:** consiste en hacer materialmente perceptible la acción y los efectos de un fenómeno.
- **Flexibilización:** ánimo, genio o índole con disposición a ceder o acomodarse fácilmente al dictamen o resolución de las circunstancias.

La Figura 1 muestra una representación gráfica de cada una de las fases del modelo de liderazgo con



sus respectivas variables asociadas, este se estructuró desde las necesidades que en relación con el liderazgo tiene el sector industrial del Área Metropolitana Centro Occidente, y aporta una valiosa información para elaborar un mejor acercamiento al modelo de líder que se busca en la región.

2. Metodología utilizada

Para construir el Modelo Matemático de Liderazgo AMCO, las anteriores variables de tipo cualitativo debieron sufrir un proceso de análisis y transformación que posibilitara su estudio a través de las Técnicas Multivariadas y el Análisis Envoltante de Datos.

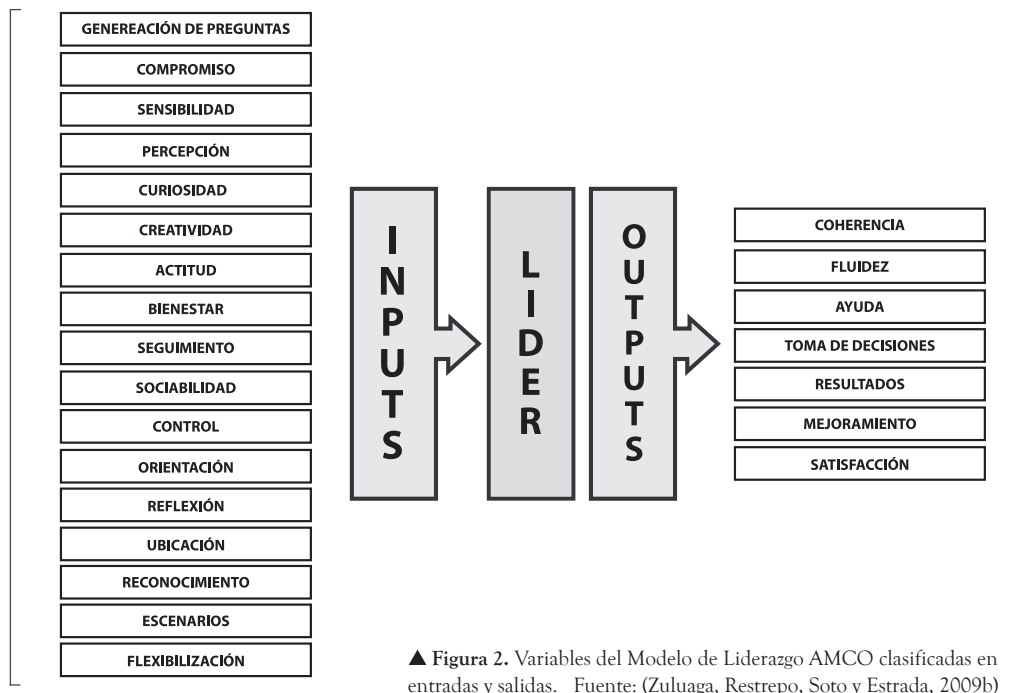
La concepción de líder también debió ser interpretada y expresada con el concepto de Unidad de Decisión o DMU-Decision Management Unit. Es por ello que en este modelo matemático, los líderes se evalúan a sí mismos, es decir autocalifican sus propias entradas y al tiempo también sus salidas, además su cerebro y su mente son los medios transformadores del proceso a través del autocrecimiento, el autoaprendizaje, la autorrealización, la autodisciplina y la automotivación. El líder, es decir la persona en sí, es tomado como una DMU que utiliza

recursos (entradas) para producir resultados (salidas) del proceso de liderazgo.

Los factores internos (recursos) se relacionan con la capacidad de aprendizaje, la motivación, la percepción del ambiente, las actitudes y la búsqueda de información. Los factores externos (salidas) tienen que ver con la autorrecompensa, los motivos sociales, las relaciones de grupo, los resultados obtenidos y todo aquello que lleva a los individuos a ser generadores de ideas, imaginativos, propulsores de cambios y luchadores.

Inicialmente las 24 variables del Modelo de Liderazgo AMCO fueron clasificadas en datos de entrada (recursos para el proceso de liderazgo) y salidas (resultados del proceso de liderazgo) (Ver Figura 2).

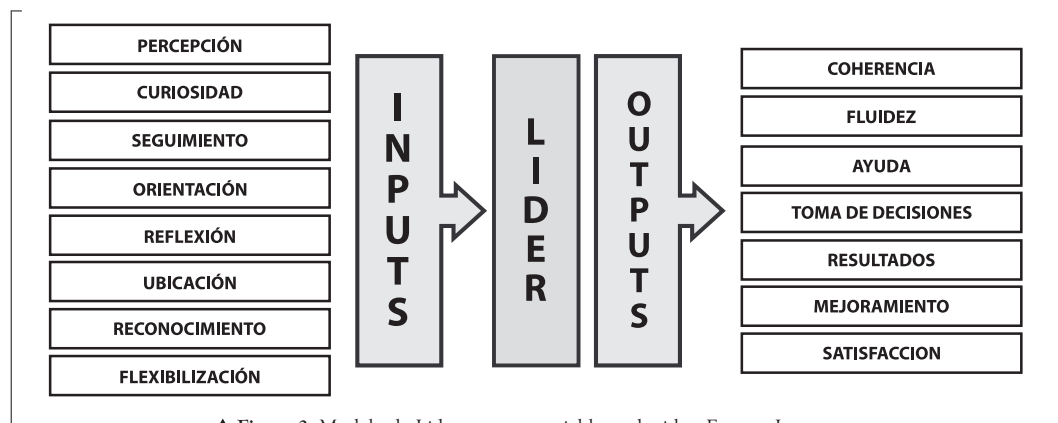
Posteriormente fueron medidas al aplicar una encuesta a estudiantes de la Maestría en Desarrollo Humano y a Dirigentes Organizacionales del AMCO a través de una escala Likert5 que fue transformada en una escala cuantitativa de intervalos, lo cual permitió convertir las variables cualitativas en datos cuantitativos. Con ello se obtuvo la información requerida para ser estudiada a través de Análisis Multivariado y así poder determinar cuáles eran las componentes de liderazgo que más representaban las particularidades de los estudiantes



de Maestría en Desarrollo Humano y los líderes del AMCO.

Una vez transformada la escala de variables se utilizó el Análisis Factorial⁶ para reducirlas y prepararlas para que fueran consistentes con los requerimientos de la técnica DEA en lo que se refiere al número de datos de entrada y salida⁷. La aplicación más importante del Análisis Factorial se centró en la reducción de la dimensión del espacio de las variables, lo que permitió hacer descripciones sintéticas y simplificar el problema (Díaz, 2002).

Además, la utilización de la matriz de varianza covarianza (matriz de correlaciones) posibilitó encontrar ciertas variables altamente correlacionadas con otras, por lo que su información era en cierto modo redundante (Dallas, 2000) o explicada por otros elementos del modelo. Esto llevó finalmente a determinar que las variables a ser eliminadas del estudio serían sociabilidad, escenarios, actitud, creatividad, generación de preguntas, sensibilidad, control, compromiso y bienestar. Con el análisis anterior, las 24 variables originales correlacionadas se redujeron a 15 (Ver Figura 3).



Una vez obtenido el Modelo de Liderazgo con variables reducidas, se procedió a analizar cada uno de los elementos involucrados en la investigación (estudiantes de maestría y dirigentes organizacionales del AMCO) a través de la técnica de Componentes Principales⁸ y el Análisis Envoltente de Datos, con el fin de determinar los niveles de eficiencia de las personas con a las variables de liderazgo abarcadas en el estudio.

A continuación se presenta el análisis adelantado mediante la técnica de componentes principales para cada uno de los grupos involucrados en la investigación.

3. Técnica de componentes principales aplicada a grupo de estudiantes de Maestría en Desarrollo Humano y Organizacional de la Universidad Tecnológica de Pereira

Colombia no se escapa a la actual realidad de la revolución en la educación donde se busca transformar el sistema y la labor educativa tanto en magnitud como en pertinencia para que los estudiantes aprendan lo que deben aprender y sepan utilizar esos conocimientos en su quehacer diario para la construcción de un mejor país.

El objetivo principal de la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad Tecnológica de Pereira es cumplir con dicha labor educativa esencial para la sociedad, toda vez que propende a la formación de profesionales integrales con alto nivel académico, convirtiéndolos en líderes de la dinámica social que contribuyan al mejoramiento de la sociedad y al desarrollo de la región.

Una de las formas para alcanzar este logro es que los estudiantes de la Maestría en Administración del Desarrollo Humano y Organizacional incrementen su actividad como dirigentes organizacionales. Se deben formar como profesionales líderes que direccionen procesos de desarrollo humano y organizacional, todo esto sobre la base de desarrollar su personalidad, específicamente en la dimensión liderazgo, para que contribuyan a la dirección óptima de las organizaciones, tanto formales como informales.

En esta línea de pensamiento se vio la necesidad de analizar las características de liderazgo que poseían los estudiantes de la Maestría, para articularlas sistemáticamente con los requerimientos que la industria del Área Metropolitana Centro Occidente demanda en cuanto al liderazgo y así contribuir al fortalecimiento de las capacidades profesionales.

Por ello, parte de la presente investigación se centró en determinar las necesidades de formación y capacitación de dichas personas, para así potenciar de una u otra forma la dimensión liderazgo de los individuos que se forman para ser los dirigentes de las organizaciones del sector.

Para lograr lo anterior se seleccionó un conjunto de estudiantes conformado por ochenta personas que brindaron la información con la cual se obtuvieron los siguientes resultados:

El conjunto de variables de entrada y salida ya reducido en el Modelo de Liderazgo fue estudiado con la Técnica de Componentes Principales, esto permitió agruparlas en cuatro componentes de entrada y seis componentes de salida que sintetizaron y sustituyeron las variables originales; estas componentes suministraron la información final que fue introducida al Modelo DEA para ser analizada.

Las diez componentes obtenidas para el grupo de estudiantes a través de la técnica utilizada fueron las siguientes:

Es importante tener en cuenta que las definiciones dadas a continuación para cada una de las componentes, se encuentran en función de las variables del modelo de liderazgo que se relacionan o conforman cada una de ellas.

3.1 COMPONENTES DE ENTRADA (RECURSOS EN EL PROCESO DE LIDERAZGO)

- **Ubicación:** Dirección que se quiere seguir para alcanzar el éxito esperado.
- **Percepción:** Forma en que se organiza e interpreta la información recibida mediante los órganos sensoriales.

- **Gestionabilidad:** Proceso que integra el conocimiento y seguimiento de una situación con la articulación adecuada de los recursos organizacionales para permitir alcanzar los resultados esperados, sin identificar adecuadamente el potencial que ayudó a generar la sinergia entre el equipo de trabajo.
- **Adaptabilidad:** Capacidad para pensar conscientemente en nuevas ideas, hechos o situaciones que pueden generar cambio de actitud, estrategia o visión.

3.2 COMPONENTES DE SALIDA (RESULTADOS DEL PROCESO DE LIDERAZGO)

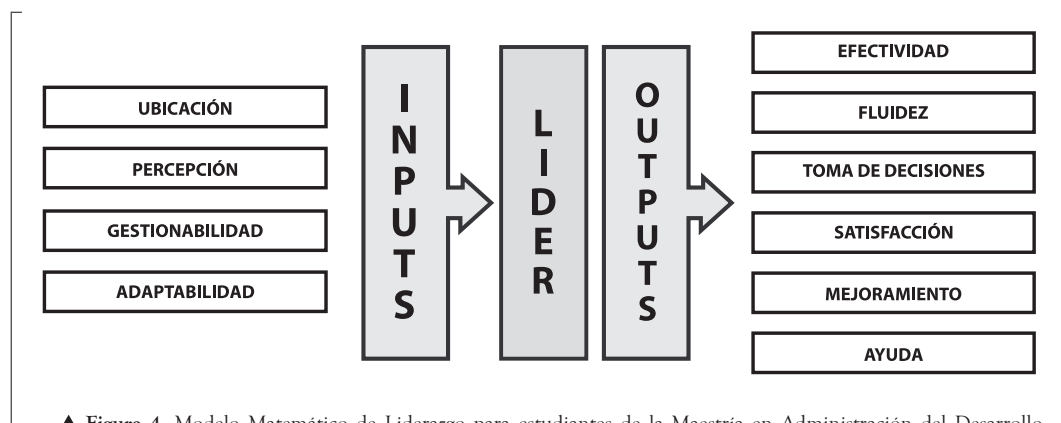
- **Efectividad:** Acción que permite alcanzar una meta, objetivo o resultado con una congruencia armónica desde el decir, hacer y pensar.
- **Fluidez:** Armonía con la que se entrelazan las ideas al comunicarse.
- **Toma de decisiones:** Análisis del acontecimiento y sus causas que permiten identificar la acción propicia a seguir.
- **Satisfacción:** Recompensa por los méritos realizados.
- **Mejoramiento:** Acción que permita superar limitaciones y afianzar capacidades para lograr resultados.
- **Ayuda:** Esfuerzo y medios utilizados para potenciar a otros equipos.

Las anteriores componentes constituyeron los elementos del Modelo Matemático de Liderazgo para estudiantes de la Maestría en Administración del Desarrollo Humano y Organizacional de la Universidad Tecnológica de Pereira (Ver Figura 4) y permitieron tener un diagnóstico más cercano de las cualidades, aptitudes y actitudes que poseían estas personas en cuanto al tema de liderazgo.

4. Técnica de componentes principales aplicada al grupo de dirigentes organizacionales del Área Metropolitana Centro Occidente - AMCO

Lo más importante para un líder es estar en constante crecimiento personal, conocer sus fortalezas y debilidades para tratar de subsanarlas, debe crecer y desarrollarse indagando sobre sus propias cualidades, destrezas, aptitudes y actitudes; ser consciente que las transformaciones sufridas en las actividades de liderazgo deben ser generadas desde adentro pues el liderazgo no se encuentra afuera sino en el potencial de quienes dirigen las organizaciones.

El modelo matemático de liderazgo busca a través del autoconocimiento, la autoevaluación, la autocalificación y el autoaprendizaje que cada dirigente organizacional conozca sus propias fortalezas y debilidades, tenga indicadores para evaluar su nivel de liderazgo y



▲ Figura 4. Modelo Matemático de Liderazgo para estudiantes de la Maestría en Administración del Desarrollo Humano y Organizacional de la Universidad Tecnológica de Pereira. Fuente: Los autores

determine los aspectos de mejoramiento requeridos para alcanzar su máxima eficiencia en la actividad que desempeña.

Para esta parte de la investigación se seleccionaron 212 dirigentes organizacionales del AMCO los cuales suministraron la información necesaria para ser analizada a través de la técnica de Componentes Principales.

Los resultados obtenidos se presentan a continuación:

Las variables de entrada y salida del modelo de liderazgo reducido una vez más fueron estudiadas a través de esta técnica, lo que permitió obtener nuevos resultados para este conjunto de personas y agrupar los datos en cuatro componentes de entrada y seis componentes de salida que sintetizaron y sustituyeron las variables originales; estas componentes suministraron la información final introducida al Modelo DEA para ser analizada.

Las componentes obtenidas a través de la técnica de Componentes Principales para los dirigentes del AMCO se definieron de la siguiente manera:

Nuevamente es importante tener en cuenta que las definiciones dadas a continuación para cada una de las componentes, se encuentran en función de las variables del modelo de liderazgo que se relacionan o conforman cada una de ellas.

4.1 COMPONENTES DE ENTRADA (RECURSOS EN EL PROCESO DE LIDERAZGO)

- **Gestionabilidad:** Proceso en el que se toma conciencia de las características individuales inmersas en un conjunto de relaciones interpersonales y que posibilitan alcanzar resultados a través de la integración del conocimiento y seguimiento de una situación.
- **Heteronomía:** Capacidad para analizar conscientemente las ventajas que permiten confiar en el equipo de trabajo para resolver problemas con la ayuda de todos.

- **Flexibilización:** Ánimo, genio o índole con disposición a ceder o acomodarse fácilmente al dictamen o resolución de las circunstancias.
- **Percepción:** Forma en que se organiza e interpreta la información recibida mediante los órganos sensoriales.

4.2 COMPONENTES DE SALIDA (RESULTADOS DEL PROCESO DE LIDERAZGO)

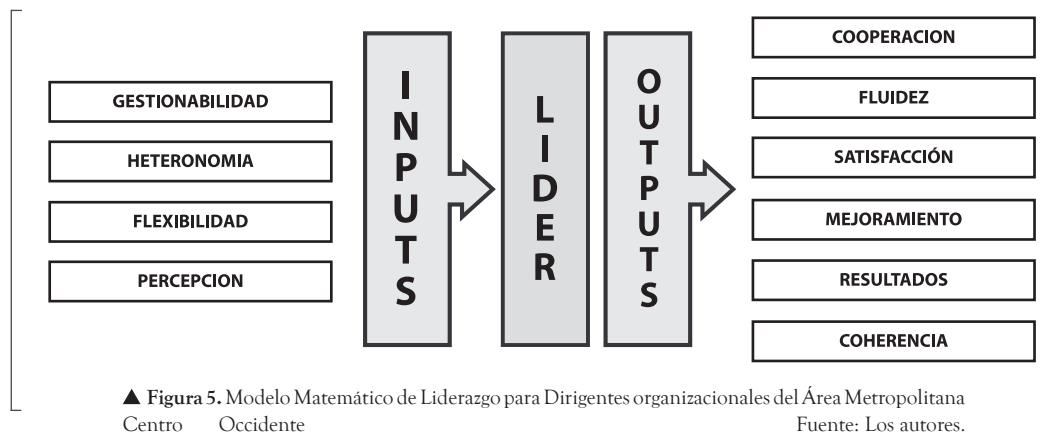
- **Cooperación:** Capacidad para trabajar conjuntamente con otros, analizando y definiendo las acciones y el camino a seguir para lograr un mismo objetivo.
- **Fluidez:** Armonía con la que se entrelazan las ideas al comunicarse.
- **Satisfacción:** Recompensa por los méritos realizados.
- **Mejoramiento:** Acción que permita superar limitaciones y afianzar capacidades para lograr resultados.
- **Resultados:** Efecto esperado en una serie de acciones a realizar.
- **Coherencia:** Congruencia semiótica entre los canales verbales y no verbales, la consistencia sintáctica entre las partes de la frase y consistencia contextual dentro de la cual se pronuncia la frase.

Las anteriores componentes constituyeron los elementos del Modelo Matemático de Liderazgo para Dirigentes Organizacionales del AMCO (Ver Figura 5).

Una vez definidas las componentes del Modelo Matemático de Liderazgo AMCO para los dos grupos estudiados en esta investigación, se procedió a través de la metodología del Análisis Envolvente de Datos (DEA) a determinar el nivel de eficiencia relativo y los requerimientos de formación de cada uno de los estudiantes de maestría y dirigentes del AMCO en cuanto al tema de liderazgo.

A continuación se presenta una breve síntesis del modelo DEA y su interpretación:

El Análisis Envolvente de Datos (DEA) es un método no paramétrico para la evaluación de la eficiencia de una



muestra de unidades de decisión DMU's. Este tipo de análisis calcula la eficiencia relativa para cada DMU comparando sus entradas y salidas respecto a todas las demás (Soto, 2008).

El DEA calcula la eficiencia a partir del siguiente sistema de ecuaciones (Charnes, Cooper y Rhodes, 1978):

$$(1) \max h_{j_0} = \sum_k u_k y_{kj_0}$$

Sujeto a:

$$(2) \sum_i v_i x_{ij_0} = 100$$

$$(3) \sum_k u_k y_{kj_0} - \sum_i v_i x_{ij_0} \leq 0$$

$$(4) u_k, v_i \geq 0$$

En donde:

$k = 1...m$, subíndice que identifica un producto (salida)

$j = 1...n$, subíndice que identifica las diferentes unidades de decisión (líderes organizacionales)

$i = 1...k$, subíndice que identifica el insumo (entrada)

j_0 subíndice que indica la unidad de decisión a la que se le está calculando la eficiencia.

h_{j_0} es la eficiencia de la unidad de decisión que se está calculando.

u_k es el peso que tiene el producto y_k , para la DMU j_0 , que se está calculando.

v_i es el peso que tiene el insumo x_i en la DMU j_0 que está siendo calculada.

El propósito del DEA es hacer que el valor de eficiencia para cada DMU en la muestra sea el máximo que pueda alcanzar; para lo cual se ajustan los pesos de la combinación de variables de entrada y de salida, de acuerdo con el resto de las DMU de la muestra.

La eficiencia de cada unidad de decisión se obtiene al resolver el modelo de Programación Lineal presentado a través de las ecuaciones (1), (2), (3) y (4). Por lo que se deben resolver tantos modelos como unidades de decisión j existan, para poder encontrar para cada unidad de decisión (DMU) sus valores u_r y v_r que maximizan su eficiencia h_{j_0} .

La solución al modelo garantiza que se den los mejores pesos u_r y v_r a los productos e insumos respectivamente de acuerdo a la conveniencia de cada DMU (teniendo en cuenta que, una vez elegidos, serán utilizados por las restantes unidades). Por tanto cada unidad va a comparar su productividad o sus resultados con el resto de las que están en estudio utilizando en cada comparación los pesos con los que su eficiencia es mejor. Así al construirse la lista ordenada (ranking) de los más eficientes, el índice de eficiencia es el mejor posible y el más conveniente, lo que no permite argumentos en contra como "que los resultados o productos y_j de tal o cual DMU son más importantes, o menos costosos que los de otra".

Algunas DMU obtendrán eficiencias relativas del 100%, las cuales se denominan unidades eficientes y constituirán el conjunto de referencia para las unidades ineficientes. Este modelo, al comparar los valores de las variables de entrada y salida de la unidad ineficiente con los valores

de las unidades eficientes que les sirven de referencia, permite conocer las variables y la intensidad sobre las que se debe actuar para que las unidades ineficientes se conviertan en eficientes.

En la literatura existen muchos modelos DEA, sin embargo para los propósitos de esta investigación se consideró la necesidad de evaluar al mismo tiempo los recursos (entradas) que utilizan las personas para desarrollar actividades de liderazgo y los resultados (salidas) obtenidos por estas, ya que en el modelo de liderazgo que se está evaluando los líderes pueden actuar sobre sus entradas y al mismo tiempo también sobre sus salidas a través del autocrecimiento, el autoaprendizaje y la automotivación.

Así, para medir las eficiencias de las personas analizadas en la investigación, se seleccionó el modelo DEA-SBM- no orientado con retorno a escala constante (Cooper, Seiford, y Tone, 2004)⁹. Este modelo Data Envelopment Analysis SBM representa un soporte para generar estrategias que permitan ayudar a los líderes a utilizar adecuadamente sus capacidades de liderazgo y explotarlas apropiadamente para obtener los resultados esperados. Es no orientado para capturar el hecho de que las personas pueden actuar al mismo tiempo sobre sus variables de entrada y de salida, lo que conlleva orientar sus estrategias de mejoramiento en ambos sentidos. Es un modelo de retorno a escala constante (CRS) para reflejar el hecho de que los dirigentes del Área Metropolitana tienen capacidades de liderazgo comparables.

La técnica DEA hace uso de los conceptos de excesos en entradas, faltantes en salidas y otros que se describen a continuación en términos del liderazgo (Zuluaga *et al.*, 2010b).

- En este modelo, los excesos en las entradas representan elementos de liderazgo que las personas tienen desarrollados o potenciados en mayor medida, pero no están siendo utilizados adecuadamente.
- Los faltantes en las salidas son resultados del proceso de liderazgo que no están funcionando adecuadamente ya que con el nivel de entradas que posee el líder no eficiente se esperarían un mejor aprovechamiento de estas.

- Las DMU o líderes eficientes son aquellos que no poseen ni excesos en sus componentes de entrada ni faltantes en sus componentes de salida, es decir, corresponden a individuos equilibrados que utilizan los recursos o capacidades adecuadas para obtener los resultados esperados en sus actividades de liderazgo.
- Las DMU o líderes ineficientes son aquellos que tienen muy desarrollados ciertos aspectos del liderazgo (excesos en las entradas) pero que aún así no los están explotando adecuadamente y por lo tanto presentan faltantes en las salidas o resultados.

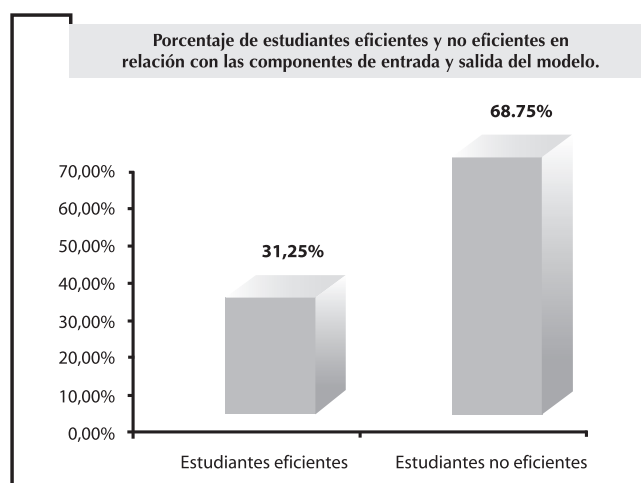
Teniendo claro cada una de las anteriores definiciones, se analizaron las componentes del Modelo Matemático de Liderazgo para estudiantes y dirigentes del AMCO a través de la técnica DEA, lo cual permitió obtener los resultados que se muestran a continuación.

5. Aplicación de la técnica “DEA” para estudiantes de la Maestría en Administración del Desarrollo Humano y Organizacional de la Universidad Tecnológica de Pereira

Con el uso de las componentes del Modelo Matemático de Liderazgo para estudiantes de la Maestría como datos de entrada y salida para la técnica DEA (modelo SBM) se observó lo siguiente:

- Las ochenta personas estudiadas mostraron un promedio de eficiencia del 61.12% en cuanto a la dimensión de liderazgo.
- Cincuenta y cinco de los ochenta estudiantes contenidos en la muestra presentaron algún tipo de ineficiencia en cuanto a su estilo de liderazgo en relación con otros estudiantes eficientes.
- En la muestra analizada se encontraron 25 personas que no presentaban excesos en sus entradas ni faltantes en sus salidas, por lo que se consideraron 100% eficientes.

Como se observa en la Figura 6, 68.75% de los ochenta estudiantes de maestría analizados presentaron algún



▲ **Figura 6.** Porcentaje de estudiantes eficientes y no eficientes en relación con las componentes de entrada y salida del Modelo. Fuente: Los autores.

tipo de ineficiencia en su actividad de liderazgo, de acuerdo con la medición realizada por el modelo DEA SBM- no orientado con retorno a escala constante.

En relación a las componentes de entrada del modelo se pudo determinar lo siguiente:

- Cincuenta y dos de los ochenta individuos estudiados presentaron excesos en la componente relacionada con la adaptabilidad, es decir, son personas con gran capacidad adaptativa, pueden adecuarse rápidamente a situaciones nuevas u obstáculos imprevistos, poseen tolerancia y aceptan nuevas ideas, hechos o situaciones distintos, pero al mismo tiempo son individuos que antes de aceptar cualquier cambio y de lograr una reelaboración de sus creencias examinan, interpretan y analizan detenidamente todos los asuntos con la finalidad de comprender, sacar conclusiones y considerar los posibles efectos que puedan traer los cambios .
- Treinta y cuatro de ellos presentaron excesos en la componente de gestionabilidad, por lo que se caracterizaron como individuos que tienen desarrollada ampliamente su capacidad de gestión, son líderes que dirigen, ordenan y organizan recursos y personas, de manera tal que se puedan alcanzar las metas propuestas; son centrados en la acción, diligentes, con deseos

de estar bien informados y tener siempre una adecuada visibilidad sobre situaciones específicas para identificar oportunamente cualquier desviación frente a lo planeado, sin embargo son personas que toman a sus colaboradores como recursos activos para el logro de los objetivos, tienen habilidades para cumplir adecuadamente las funciones pero no identifican claramente el potencial y el acompañamiento hecho por los demás para el alcance de la meta, poseen una reducida capacidad para reconocer que existen personas con más cualidades que ellas.

- Treinta de las personas estudiadas presentaron excesos en la componente percepción, son dirigentes que captan, procesan e interpretan mucha información proveniente de su entorno y le hallan relaciones y significados, son líderes capaces de crear un orden en el caudal de información que reciben y seleccionar de todo lo que llega a sus sentidos lo realmente importante, para que su memoria únicamente almacene información significativa.
- Solamente siete de las personas analizadas tenían excesos en la componente de ubicación; estos son dirigentes que saben lo que quieren de sí mismos, se conocen y saben a dónde llevar su equipo de trabajo, son individuos que direccionan sus fuerzas y las de su grupo para empujar hacia un mismo rumbo, Son líderes que poseen mucha confianza en sí mismos y en lo que hacen para asumir la responsabilidad de la conquista de su propio éxito.

En cuanto a las componentes de salida del modelo se pudo determinar lo siguiente:

- Cincuenta de los ochenta estudiantes analizados presentaron carencias en sus capacidades para la toma de decisiones, por lo que se caracterizaron como dirigentes que no consideran profundamente los problemas o situaciones y por lo tanto no seleccionan apropiadamente las decisiones que deben tomar. Son personas que deben mejorar sus capacidades de análisis, evaluación, búsqueda y elección de alternativas; deben desarrollar en mayor grado su razonamiento y pensamiento, trabajar

en la definición de propósitos, evaluación de alternativas y en la conversión de las opciones seleccionadas en acciones.

- Cuarenta y siete de las personas estudiadas presentaron falencias en la componente efectividad, por lo tanto se definieron como líderes que en ocasiones no se empeñan en alcanzar las metas u objetivos planeados, son dirigentes que deben esforzarse aun más para lograr resultados y transmitir sus ideas a la gente de manera clara. Son líderes que deben dar ejemplo y procurar que su conducta sea consecuente con las ideas que promulgan, para así ser capaces de cumplir con mayor eficiencia sus tareas y obligaciones.
- Cuarenta y cuatro de los estudiantes pertenecientes a la muestra analizada presentaron faltantes o falencias en la componente fluidez, es decir son personas que requieren desarrollar mayor capacidad para hablar con facilidad, expresar ideas e instrucciones, exponer puntos de vista, usar las palabras de forma correcta y en un contexto adecuado para así lograr que su gente los escuche y entienda. Son líderes que deben mejorar su comunicación para transmitir adecuadamente su visión al equipo de trabajo y así negociar, delegar, resolver conflictos, vender ideas y propuestas.
- Cuarenta y dos de los individuos estudiados poseían falencias en su capacidad de ayuda, por lo que se definieron como estudiantes que deben esforzarse un poco más para potencializar sus habilidades de trabajo en equipo, solidaridad y cohesión; deben comenzar a fomentar en sus organizaciones un ambiente de armonía, trabajo y amistad que permita generar espacios de participación y cooperación en donde se creen mejores mecanismos para resolver las necesidades de las personas.
- Treinta y seis estudiantes tenían faltantes en su variable satisfacción, lo que permitió definirlos como dirigentes con falta de estímulos por los cuales moverse, actuar y pensar; son individuos que poseen pocos sentimientos de bienestar y placer en su trabajo, tienen una reducida valoración cognitiva de sus expectativas, aspiraciones y objetivos conseguidos.
- Solamente trece de las personas analizadas presentaron carencias en su acción de mejoramiento, es decir, no poseen suficientes aptitudes para superar limitaciones y afianzar capacidades que permitan lograr resultados, son dirigentes que deben potencializar sus habilidades para identificar las brechas entre su desempeño actual y el deseado y así poder eliminar limitaciones con acciones de mejoramiento efectivo, eficiente y adaptable.

6. Aplicación de la técnica “DEA” para dirigentes organizacionales del Área Metropolitana Centro Occidente - AMCO.

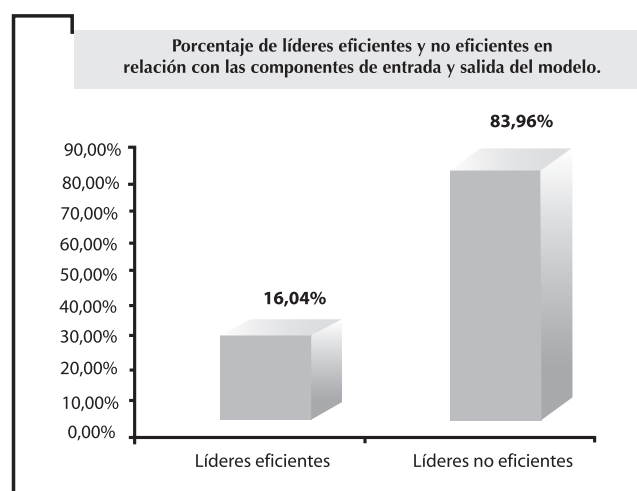
Al introducir las componentes del Modelo Matemático de Liderazgo para Dirigentes Organizacionales del Área Metropolitana Centro Occidente a la técnica DEA con uso del modelo SBM se observó lo siguiente:

- Los 212 líderes estudiados a través de las componentes de entrada y salida del Modelo, mostraron un promedio de eficiencia del 44.57%.
- 178 de los 212 líderes contenidos en la muestra estudiada presentaron algún tipo de ineficiencia en cuanto a sus componentes de liderazgo y relación con otros líderes eficientes.
- En la muestra analizada se encontraron 34 líderes que no presentaban excesos en sus entradas ni faltantes en sus salidas por lo que se consideraron 100% eficientes.

Como se observa en la Figura 7, 83,96% de los 212 dirigentes organizacionales estudiados presentaron algún tipo de ineficiencia en su actividad de liderazgo según la medición realizada por el modelo DEA SBM- no orientado con retorno a escala constante.

Con relación a las componentes de entrada del Modelo se pudo determinar lo siguiente:

- Ciento setenta y seis de las personas analizadas presentaron excesos en la componente



▲ Figura 7. Porcentaje de líderes eficientes y no eficientes en relación con las componentes de entrada y salida del Modelo. Fuente: Los autores.

flexibilización, por lo que se caracterizaron como líderes con facilidad para acomodarse eficazmente a entornos cambiantes y a distintas situaciones, adaptándose según las circunstancias, son líderes que no temen modificar su punto de vista o aceptar las opiniones de los demás, proyectan una imagen de personas abiertas, dialogantes, flexibles, pragmáticas y versátiles, además aceptan los cambios positiva y constructivamente. Son dirigentes que poseen mucha disposición a renovar su enfoque o la manera de concebir la realidad, para buscar una mejor forma de hacer las cosas al adoptar posiciones diferentes a fin de encontrar soluciones más eficaces.

- Cincuenta y cinco de las personas estudiadas presentaron excesos en la componente percepción, por lo que al igual que en el análisis previo se caracterizaron como dirigentes que captan, procesan e interpretan mucha información proveniente de su entorno y le hallan relaciones y significados, son líderes capaces de crear un orden en el caudal de información que reciben y seleccionar de todo lo que llega a sus sentidos lo realmente importante, para que su memoria únicamente almacene información significativa.
- Ciento cuarenta y seis de los líderes analizados presentan excesos en la componente

heteronomía, por lo que se caracterizaron como individuos poco impulsivos, que reflexionan objetiva y críticamente sobre las soluciones que podrían utilizar en su equipo de trabajo para resolver los problemas que se presentan, ven las muchas posibilidades que se abren ante ellos y usan el comportamiento de los demás para identificar ventajas individuales y grupales dentro de sus organizaciones. Son personas que no buscan sus criterios propios de acción, pues al tomar las decisiones siempre tienen en cuenta el punto de vista de los demás, buscan la ayuda de sus colaboradores y adoptan las decisiones brindadas por el equipo de trabajo. Piensan que la responsabilidad por las acciones y los sentimientos propios siempre debe ser compartida con el grupo, son individuos que aceptan las limitaciones de los demás y escuchan cuando los otros hablan con el fin de establecer contactos genuinos de ayuda y apoyo mutuo.

- Sesenta y dos de las personas pertenecientes a la muestra analizada presentaron excesos en la componente gestionabilidad, por lo que al igual que en la observación previa se caracterizaron como individuos que tienen desarrollada ampliamente su capacidad de gestión, demuestran seguridad en sí mismos y en las decisiones que toman, poseen conciencia de su rol como líderes y de la manera como deben dirigir, ordenar y organizar los recursos y las personas para alcanzar las metas propuestas; son individuos centrados en la acción, diligentes, con deseos de estar bien informados y tener siempre una adecuada visibilidad sobre situaciones específicas para identificar oportunamente cualquier desviación frente a lo planeado.

En cuanto a las componentes de salida del Modelo se pudo determinar lo siguiente:

- En este nuevo análisis se determinó que 176 dirigentes pertenecientes a la muestra analizada presentaron faltantes o falencias en la componente fluidez, por lo que al igual que en la observación previa en la cual se tuvieron en cuenta los estudiantes de la Maestría, estas personas se caracterizaron como individuos que

requieren desarrollar mayor capacidad para hablar con facilidad, expresar ideas e instrucciones, exponer puntos de vista, usar las palabras de forma correcta y en un contexto adecuado para así lograr que su gente los escuche y entienda. Son líderes que deben mejorar su comunicación para transmitir adecuadamente su visión al equipo de trabajo y así negociar, delegar, resolver conflictos, vender ideas y propuestas.

- De los dirigentes organizacionales estudiados 172 poseían falencias en la componente coherencia; son individuos que poseen un modo de pensar confuso, no claro, ambiguo. Son líderes que al expresarse no transmiten una idea clara y precisa del tema de conversación, de su punto de vista y su parecer, son personas que en ocasiones no actúan de acuerdo con los ideales que predicán. Estos dirigentes deben tratar de no caer en contradicciones con respecto a lo que dicen y lo que escriben, deben mantener un equilibrio entre lo que hacen, sienten y piensan para que los demás los perciban como individuos fieles a su verdad y sus pensamientos.
- De ellos 164 presentaron faltantes en la componente resultados, esto quiere decir que deben esforzarse un poco más en la revisión y análisis de los logros en comparación con los estándares y deben procurar gestionar las tareas y procesos a su cargo en forma rápida y confiable, con uso de su recursividad y dinamismo para hacer que las cosas resulten. Son líderes que deben mejorar su compromiso, integración y disposición física, emocional e intelectual para actuar oportunamente sobre los procesos de tal forma que se puedan canalizar y garantizar las metas propuestas, además deben tratar de ser más persistentes al enfrentar las dificultades para así vencer los obstáculos que se presentan.
- Ciento sesenta y un líderes tenían faltantes en su componente satisfacción, lo que permitió definirlos al igual que en el análisis del grupo de estudiantes de maestría, como dirigentes con falta de estímulos por los cuales moverse, actuar y pensar; son individuos que poseen pocos sentimientos de bienestar y placer en su trabajo, tienen una reducida valoración cognitiva

de sus expectativas, aspiraciones y objetivos conseguidos.

- De las personas analizadas 120 presentaron carencias en su acción de mejoramiento, esto quiere decir, al igual que en el análisis previo, que estas personas no poseen suficientes aptitudes para superar limitaciones y afianzar capacidades que permitan lograr resultados, son dirigentes que deben potenciar sus habilidades para identificar las brechas entre su desempeño actual y el deseado y así poder eliminar limitaciones para buscar acciones de mejoramiento efectivo, eficiente y adaptable.
- Ciento siete líderes pertenecientes a la muestra analizada, presentaron falencias en la componente cooperación. Son individuos que en ocasiones trabajan en forma separada y con pensamiento competitivo, son dirigentes que deben esforzarse por tomar decisiones en donde ellos se sientan parte del plan de acción, deben conocer un poco más a sus colaboradores, sentir afinidad por ellos, ayudarlos y desarrollar trabajos en común para lograr objetivos compartidos y fines colectivos.

Es importante aclarar que en esta investigación las personas con excesos en los recursos o entradas del proceso de liderazgo, presentan ineficiencias porque son líderes que a pesar de tener muy desarrolladas estas habilidades no las utilizan adecuadamente y no obtienen los resultados que deberían ser visibles en el proceso si explotaran sus capacidades en un 100%, es decir, existen otros dirigentes que con las mismas o menores capacidades en sus componentes de entrada obtienen mejores resultados en cuanto a las componentes de salida analizadas, por ello el modelo presenta estas deficiencias como excesos que deberían ser equilibrados.

7. Validación del Modelo Matemático de Liderazgo

La valoración de la propuesta Modelo Matemático de Liderazgo para Dirigentes Organizacionales del Área Metropolitana Centro Occidente, se basó en el método de expertos, es decir, en la consulta a personas que tienen grandes conocimientos sobre el tema de interés

y sobre el entorno en el cual se va a aplicar y utilizar el modelo.

Este método tiene las siguientes ventajas:

- La información disponible está siempre más contrastada que aquella de la que dispone el participante mejor preparado, es decir, que la del experto más versado en el tema.
- El número de factores considerado por un grupo es mayor que el que podría ser tenido en cuenta por una sola persona. Cada experto podrá aportar a la discusión general la idea que tiene sobre el tema debatido desde su área de conocimiento.

La propuesta de Modelo Matemático de Liderazgo para dirigentes Organizacionales del Área Metropolitana Centro Occidente se sometió a un grupo conformado por once expertos en temáticas de liderazgo, desarrollo humano y actividad gerencial para determinar su validez, según los requerimientos del criterio de expertos (Campistrout y Rizo, 2006).

Teniendo en cuenta que un experto es "tanto un individuo en sí como un grupo de personas u organizaciones capaces de ofrecer valoraciones conclusivas de un problema y según el uso que se le dé en la investigación, hacer recomendaciones respecto a sus momentos fundamentales con un máximo de competencia" (Pequeño Larousse, 1978), se realizó la primera etapa del método de validación, donde se determinó la idoneidad de los expertos (coeficiente K)¹⁰, el cual se calculó a partir de la opinión del encuestado sobre su nivel de conocimiento acerca del problema que se estaba resolviendo (K_c) y las fuentes que le permitieron argumentar sus criterios (K_a). Según lo anterior, se evaluaron las respuestas de los once expertos y dado que el coeficiente de competencia de 7 (63.6%) de ellos era alto y de los restante 4 (36.3%) era medio, se seleccionaron las once personas para que hicieran parte del grupo que valoró la propuesta.

Es importante aclarar que los expertos que validaron el modelo fueron personas que poseían requisitos previamente establecidos, entre los que se encontraban:

- Capacidad para encarar el futuro.
- Conocimientos sobre el tema consultado.
- Habilidad, experiencia o suficiente práctica en la temática de liderazgo, que les permitiera dar opiniones válidas sobre el tema por el cual se indagó.
- Personas contextualizadas, es decir, expertos que además de tener dominio del problema en estudio, estaban inmersos en el contexto en el que se realizó dicho estudio, en este caso el Área Metropolitana Centro Occidente. (Un experto que tenga dominio teórico del problema en general, pero que no conozca la situación real del medio o lugar en el momento en que se realiza el estudio, no es recomendable para ser utilizado).

Para incrementar la calidad de la evaluación se hizo una selección de especialistas de reconocida experiencia profesional avalada por su alta calificación y conocimiento profundo del tema objeto de investigación. Los expertos fueron docentes universitarios colombianos, vinculados con la enseñanza y la investigación de temas administrativos, desarrollo humano y organizacional.

Entre sus características se encuentran las siguientes:

- El 72.7% de los expertos eran mujeres y el 27.2% eran hombres.
- 36.4% de los expertos tenían entre 36 y 45 años y 63.6% más de 45 años.
- 90.9% eran magíster y 9.09% especialistas.
- En promedio poseían 24 años de experiencia laboral y 16.4 años de experiencia en docencia e investigación.

Una vez seleccionados los expertos se desarrolló la siguiente etapa en donde se aplicó a cada uno de ellos una encuesta con el propósito de conocer su valoración acerca del modelo según los siguientes indicadores:

- **Claridad descriptiva:** El modelo es comprensible a partir de las variables que lo integran y de las relaciones que se establecen entre ellas.
- **Correspondencia objetiva:** El modelo se relaciona con las variables que permiten potenciar la dimensión de liderazgo, así como

con las exigencias de desempeño para el dirigente organizacional del sector industrial del Área Metropolitana Centro Occidente.

- **Pertinencia:** El modelo da respuesta a las necesidades de formación que tienen los estudiantes de maestría y dirigentes organizacionales del sector industrial del AMCO, en cuanto a las variables de liderazgo analizadas.
- **Viabilidad:** La aplicación del modelo es posible en las condiciones actuales del sector industrial del AMCO.
- **Coherencia:** El modelo constituye una herramienta válida para ayudar a potenciar la dimensión de liderazgo en estudiantes de maestría y dirigentes organizacionales del Área Metropolitana Centro Occidente.

Después de realizado el procesamiento de la información, se compararon los resultados obtenidos en cada uno de los indicadores con los respectivos puntos de corte para llegar a conclusiones sobre la categoría en la cual los expertos coincidieron en ubicar cada ítem sometido a su criterio. En la Tabla 1 se resume este análisis.

INDICADOR	MA	BA	A	PA	NA
1. Claridad descriptiva	Si	-	-	-	-
2. Correspondencia objetiva	Si	-	-	-	-
3. Pertinencia	Si	-	-	-	-
4. Viabilidad	Si	-	-	-	-
5. Coherencia	Si	-	-	-	-

▲ Tabla 1. Conclusiones generales del criterio de expertos
Fuente: Los autores.

Donde:

- MA: Muy adecuado
- BA: Bastante adecuado
- A: Adecuado
- PA: Poco adecuado
- NA: No adecuado

En la Tabla 1 se observa que los expertos coincidieron en considerar como muy adecuados los cinco indicadores

del modelo consultado. Por tanto, el modelo matemático de liderazgo se consideró óptimo y no necesita ser modificado en relación con los parámetros analizados.

8. Conclusiones

- A través de técnicas multivariadas como el Análisis de Componentes Principales y los Modelos del Análisis Envoltante de Datos, se logró evaluar y calificar cuantitativamente el nivel de liderazgo ejercido por los estudiantes de Maestría en Desarrollo Humano y Organizacional de la UTP y los dirigentes organizacionales estudiados en el Área Metropolitana Centro Occidente.
- El 68.75% de los estudiantes de Maestría estudiados y el 83,96% de los dirigentes organizacionales analizados presentaron algún tipo de ineficiencia en su actividad de liderazgo, de acuerdo con la medición realizada por el modelo DEA SBM- no orientado con retorno a escala constante
- Los estudiantes de maestría analizados presentaron en conjunto un nivel de eficiencia medianamente alto (61.12%), sin embargo los dirigentes organizacionales del AMCO mostraron en conjunto un promedio de eficiencia relativo mucho más bajo (44.57%), lo que demuestra que requieren de ciertas propuestas de mejoramiento para potencializar sus estilos de liderazgo.
- El uso de las técnicas multivariadas para ajustar los datos de entrada a los requerimientos de la técnica DEA respondieron al propósito de describir sintéticamente la masa de datos originales y obtener componentes extractadas de un fenómeno que se midió a través de múltiples facetas y características de diversos individuos.
- Potenciando las componentes de liderazgo que presentan mayores ineficiencias en los grupos analizados, se puede apuntar de una u otra forma a satisfacer y cumplir las necesidades del sector industrial del AMCO en cuanto al líder eficiente que buscan las organizaciones.
- La Maestría en Desarrollo Humano y organizacional a través de la implementación de la enseñanza y el aprendizaje de cada uno de los elementos de liderazgo requeridos por el sector, posibilitará que las personas

formadas en la Universidad Tecnológica de Pereira posean el perfil del dirigente organizacional exitoso que busca el sector industrial del AMCO.

- Para los empresarios, el interés del proyecto radica en poder contar con un modelo matemático que permita identificar posibles problemas en su manera de liderar los grupos de trabajo y medir su nivel de eficiencia.
- Esta investigación no solamente apunta a mejorar la eficiencia de los líderes del Área Metropolitana Centro Occidente, sino también a ser un referente para generar propuestas de capacitación y mejoramiento destinadas a potenciar el desempeño mediante el desarrollo de capacidades que se están subutilizando.
- La investigación posibilita tener un panorama más claro sobre las distintas tendencias de liderazgo que se utilizan actualmente en el sector y obtener un diagnóstico, con el fin de proporcionar acciones orientadas al mejoramiento del desempeño administrativo.
- El estudio permitió observar que cada una de las personas analizadas desarrollan las variables de liderazgo de un modo y nivel particular, producto de la interacción con el entorno y la cultura imperante en sus organizaciones, además esta investigación posibilitó identificar sobre qué factores (componentes) de entrada y salida deben actuar las personas estudiadas para alcanzar la máxima eficiencia mostrada por algunos líderes del grupo de dirigentes organizacionales y estudiantes de maestría. ≡

reducción. Además de encontrar relaciones entre variables, entre individuos y entre ambos.

4. El Análisis Envolvente de Datos-DEA es una herramienta de la investigación de operaciones desarrollada específicamente para medir la eficiencia relativa de un conjunto de unidades organizacionales homogéneas, conocidas como "unidades de decisión"- DMUs- (Decision Management Units). Una DMU puede ser una dependencia, un proceso, un sector industrial o un grupo que consume recursos (entradas) y genere resultados (salidas).
5. Permite medir la actitud hacia un objeto con base al grado de acuerdo o desacuerdo de los entrevistados con una serie de enunciados positivos y negativos que representan atributos del objeto estudiado.
6. El Análisis Factorial es una técnica estadística de Análisis Multivariado para reducción de datos, usada para explicar la correlación entre las variables observadas en términos de un número menor de variables no observadas llamadas factores. Las variables observadas se modelan como combinaciones lineales de las originales.
7. Para evitar que se ubiquen en la frontera de eficiencia demasiadas DMUs el número de estas debe ser mayor que la combinación del número de entradas y de salidas. Una regla recomendada es aplicar la siguiente fórmula: $n \geq \max(m*s, 3(m+s))$. Donde n = número de DMUs, m = número de entradas y s = número de salidas de cada DMU.
8. El Análisis de Componentes Principales es una técnica estadística de Análisis Multivariado que permite representar la información contenida en un conjunto de p variables de interés en m nuevas variables independientes. Cada una explica una parte específica de la información y mediante combinación lineal de las variables originales otorgan la posibilidad de resumir la información total en pocas componentes que reducen la dimensión del problema.
9. Del inglés Slack Based Measure-Modelo basado en holguras. Este modelo es una modificación del presentado en las ecuaciones 1,2, 3 y 4, en él se introducen ajustes en la función objetivo (Ecuación 1) para tener en cuenta al calcular el índice de eficiencia de una DMU los excesos utilizados en los insumos (entradas) y los faltantes de los productos (salidas).
10. $K = 1/2 (K_c + K_a)$

NOTAS

1. Artículo resultado del proyecto de investigación Modelo de Liderazgo para dirigentes organizacionales soportado por técnicas de Análisis Multivariado y Análisis Envolvente de Datos. Nombre del grupo ejecutor: Desarrollo Humano y Organizacional y Grupo en Análisis Envolvente de Datos DEA. Entidad financiadora: Universidad Tecnológica de Pereira
2. Área Metropolitana Centro Occidente, conformada por los municipios de Pereira, Dosquebradas y La Virginia, pertenecientes al departamento de Risaralda, Colombia.
3. Los Métodos Multivariados son un conjunto de técnicas que permiten al investigador interpretar y visualizar conjuntos grandes de datos descritos por un número grande de variables a partir de su simplificación o

BIBLIOGRAFÍA

1. CAMPISTROUS, P. y RIZO, C. El criterio de expertos como método en la investigación educativa. Instituto Superior de Cultura Física "Manuel Fajardo". Ciudad de La Habana, 2006.
2. CHARNES, A.; COOPER, W. y RHODES, E. Measuring the Efficiency of Decision Making Units". En : European Journal of Operation Research 2. Massachusetts, (1978).
3. COOPER, W.; SEIFORD, L y TONE, K. Data Envelopment Analysis-A Comprehensive Text with Models, Applications, References and DEA-Solver Software. Massachusetts : Kluwer Academic Publishers, 2004.

4. DALLAS, E. *Métodos Multivariados aplicados al análisis de datos*. México : Thomson editores S.A., 2000
5. DÍAZ, M. *Estadística Multivariada: Inferencia y métodos*. Universidad Nacional, Bogotá : Panamericana Formas e Impresos S.A., 2002. p. 191-232.
6. ESTRADA MEJÍA, Sandra. *Propuesta de eje transversal para desarrollar la dimensión de liderazgo desde la Maestría en Administración del Desarrollo Humano y Organizacional de la Universidad Tecnológica de Pereira*. La Habana Cuba, 2008. Tesis doctoral (Doctor en ciencias pedagógicas). Instituto Pedagógico Latinoamericano y Caribeño.
7. PEQUEÑO LAROUSSE ILUSTRADO. *Larousse*. México D. F., México, 1978.
8. REPÚBLICA DE COLOMBIA (1991). *Nueva Constitución Política 1991. Neoliberalismo. Libre Empresa. Libre Competencia. Periodo presidencial 1990 – 1994*.
9. SOTO, J. *Fundamentos Teóricos y prácticos del Análisis Envolverte de Datos*. Universidad Tecnológica de Pereira. Pereira, 2008.
10. ZULUAGA R., Carlos M; SOTO M., José; ESTRADA M., Sandra. *Modelo Matemático de Liderazgo para dirigentes Organizacionales: Universidad Tecnológica de Pereira*. En: *Revista Scientia et technica*. No. 43 (2009a); p. 106-112
11. ZULUAGA R., Carlos M; RESTREPO de O., Luz S; SOTO M., José; ESTRADA M., Sandra. *Modelo de Liderazgo soportado por técnicas de análisis multivariado y análisis envolverte de datos*. En: *REUNIÓN NACIONAL Y EXPOINGENIERÍA ACOFI*, (2009: Santa Marta). Ponencias de la Reunión Nacional y Expoingeniería ACOFI, Santa Marta Colombia. 2009b. 54 p.
12. ZULUAGA R., Carlos M; SOTO M., José; ESTRADA M., Sandra. *Modelo Matemático de Liderazgo para evaluar eficiencia en dirigentes organizacionales*. En: *CONGRESO INTERNACIONAL DE GESTIÓN EMPRESARIAL Y ADMINISTRACIÓN PÚBLICA*, (7° : 2010: La Habana). Ponencias del VII Congreso Internacional de Gestión Empresarial y Administración Pública, La Habana Cuba. 2010a.
13. ZULUAGA R., Carlos M; RESTREPO de O., Luz S; SOTO M., José; ESTRADA M., Sandra. *Propuesta para potenciar la dimensión Liderazgo en los estudiantes de Maestría de Desarrollo Humano y Organizacional*. En: *REUNIÓN NACIONAL ACOFI*, (2010: Santa Marta). Ponencias de la Reunión Nacional ACOFI, Santa Marta Colombia. 2010b. 48 p.

Carlos Mauricio Zuluaga Ramírez

Ingeniero Industrial, Universidad Tecnológica de Pereira. Estudiante Maestría en Desarrollo Humano y Organizacional. Universidad Tecnológica de Pereira. Colombia. Joven Investigador Colciencias. Grupo de Investigación en Desarrollo Humano y Organizacional - COL0003383

Jose Adalberto Soto Mejía

Físico y Magíster en Física y Matemática, Universidad Estatal de Kharkov Máximo Gorki. Magíster en Investigación de Operaciones y Estadística, Universidad Tecnológica De Pereira - UTP. Doctor en Doctor en Ingeniería Eléctrica en el área de Ingeniería de Computación, Universidad Estatal de Campinas - UNICAMP, Brasil. Profesor Titular Universidad Tecnológica de Pereira. Director Maestría en Investigación de Operaciones y Estadística - Universidad Tecnológica de Pereira, Colombia. Líder del Grupo de Investigación Análisis Envolverte de Datos - COL0020348

Sandra Estrada Mejía

Ingeniería de Sistemas Universidad Autónoma de Manizales. Magíster en Administración Económica y Financiera, Universidad Tecnológica de Pereira. Doctora en Ciencias Pedagógicas, Instituto Pedagógico Latinoamericano y Caribeño - IPLAC, Cuba. Profesora Titular Universidad Tecnológica de Pereira, Colombia. Líder Grupo de Investigación en Desarrollo Humano y Organizacional - COL0003383