

**MODELO DE GESTIÓN ACADÉMICA BASADO EN UN ENFOQUE SISTÉMICO  
Y MULTI-AGENTES PARA EL MEJORAMIENTO CONTINUO DE UN  
PROGRAMA DE PREGRADO**

**NATIVIDAD VILLABONA GÓMEZ**



**FACULTAD DE INGENIERÍAS  
MAESTRÍA EN INGENIERÍA  
CARTAGENA DE INDIAS D.T Y C**

**2011**

**MODELO DE GESTIÓN ACADÉMICA BASADO EN UN ENFOQUE SISTÉMICO  
Y MULTI-AGENTES PARA EL MEJORAMIENTO CONTINUO DE UN  
PROGRAMA DE PREGRADO**

**NATIVIDAD VILLABONA GÓMEZ**

**Tesis de Grado**

**ASESOR**

**JAIME ACEVEDO CHEDID**



**FACULTAD DE INGENIERÍAS  
MAESTRÍA EN INGENIERÍA  
CARTAGENA DE INDIAS D.T. Y C.**

**2011**

**Nota de Aceptación**

---

---

---

---

**Presidente del Jurado**

---

**Jurado**

---

**Jurado**

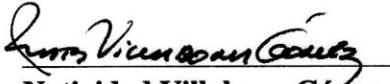
Cartagena de Indias D. T. y C., 03 de Marzo de 2011

**Señores:**  
**Comité Evaluador**  
**Maestría en Ingeniería**  
**Universidad Tecnológica de Bolívar**  
**Ciudad.**

Apreciados señores:

Por medio de la presente me permito someter para su estudio, consideración y aprobación el Trabajo Final titulado **“MODELO DE GESTIÓN ACADÉMICA BASADO EN UN ENFOQUE SISTÉMICO Y MULTI-AGENTES PARA EL MEJORAMIENTO CONTINUO DE UN PROGRAMA DE PREGRADO”** realizada por la estudiante **Natividad Villabona Gómez**, para optar al título de Magister en Ingeniería Industrial.

Cordialmente,

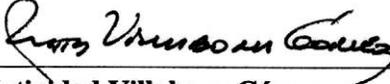
  
**Natividad Villabona Gómez**

## **CESIÓN DE DERECHOS PATRIMONIALES**

Cartagena de Indias D. T. y C., 03 de Marzo de 2011

Yo, **Natividad Villabona Gómez**, manifiesto en este documento mi voluntad de ceder a la Universidad Tecnológica de Bolívar los derechos patrimoniales, consagrados en el artículo 72 de la Ley 23 de 1982 sobre Derechos de Autor, del trabajo final denominado **“MODELO DE GESTIÓN ACADÉMICA BASADO EN UN ENFOQUE SISTÉMICO Y MULTI-AGENTES PARA EL MEJORAMIENTO CONTINUO DE UN PROGRAMA DE PREGRADO”** producto de mi actividad académica para optar el título de **Magister en Ingeniería Industrial** de la Universidad Tecnológica de Bolívar.

La Universidad Tecnológica de Bolívar, entidad académica sin ánimo de lucro, queda por lo tanto facultada para ejercer plenamente los derechos anteriormente cedidos en su actividad ordinaria de investigación, docencia y extensión. La cesión otorgada se ajusta a lo que establece la Ley 23 de 1982. Con todo, en mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada con arreglo al artículo 30 de la Ley 23 de 1982. En concordancia suscribo este documento que hace parte integral del trabajo antes mencionado entrego al Sistema de Bibliotecas de la Universidad Tecnológica de Bolívar.

  
**Natividad Villabona Gómez**  
C.C. 37.825.881 de Bucaramanga

Cartagena de Indias D. T. y C., 03 de Marzo de 2011

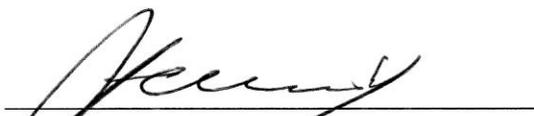
**Señores:**  
**Comité Evaluador**  
**Maestría en Ingeniería**  
**Universidad Tecnológica de Bolívar**  
**Ciudad.**

Apreciados señores:

Por medio de la presente me permito informarles que el Trabajo Final titulado **“MODELO DE GESTIÓN ACADÉMICA BASADO EN UN ENFOQUE SISTÉMICO Y MULTI-AGENTES PARA EL MEJORAMIENTO CONTINUO DE UN PROGRAMA DE PREGRADO”** ha sido desarrollado de acuerdo a los objetivos establecidos por la Maestría en Ingeniería Industrial.

Como director del proyecto considero que el trabajo es satisfactorio y amerita ser presentado para su evaluación.

Atentamente,



**MSc. Jaime Acevedo Chedid**  
Director Trabajo Final

A Dios por su Fortaleza y Guía.

A mi familia y Alberto  
por su apoyo in...condicional  
que hicieron posible este nuevo logro.

A quienes me compartieron su conocimiento  
y brindaron su soporte profesional.

A todos los que me ofrecieron su apoyo  
y una mano amiga en los momentos difíciles.

## TABLA DE CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	9
1. MARCO TEÓRICO	12
1.1. GESTIÓN EDUCATIVA	12
1.1.1. Tendencias de la Educación Superior	14
1.1.2. La Calidad en la Educación	16
1.1.3. La Acreditación de Programas	19
1.1.4. Los Indicadores de Gestión de Calidad	24
1.2. ENFOQUE SISTÉMICO	25
1.3. SISTEMAS MULTIAGENTES	28
1.3.1. Los Agentes	29
1.3.2. Sistemas Multiagentes (SMA)	31
1.3.3. Arquitectura Multiagente	33
1.3.4. Las Ontologías	36
1.3.5. Plataforma JADE	37
1.3.6. Metodología MAS-CommonKADS	38
2. MODELO PARA LA GESTIÓN EDUCATIVA DE UN PROGRAMA ACADÉMICO EN INSTITUCIONES DE EDUCACIÓN SUPERIOR	41
2.1. CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA	41

	pág.
2.1.1. Mapa de Procesos	43
2.1.2. Diagrama SIPOC	49
2.2. SIMA-PAES: SISTEMA INTEGRAL MULTI-AGENTE PARA LA GESTIÓN DE UN PROGRAMA ACADÉMICO DE INSTITUCIONES DE EDUCACIÓN SUPERIOR	51
2.2.1. Análisis de Contenido	51
2.2.2. Análisis Estructural	56
2.3. ARQUITECTURA, DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL MODELO	74
2.3.1. Caso de Estudio	81
2.3.2. Análisis Estadístico de la Variable Resultado	84
2.3.3. Diseño del Modelo	91
3. EVALUACIÓN Y VALIDACIÓN DEL MODELO SIMA-PAES	95
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES A FUTURO	97
BIBLIOGRAFÍA	100
ANEXOS	110

## LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Agencias de Evaluación y Acreditación de la Calidad en Educación	20
Tabla 2. Variables del Programa Académico de Pregrado	58
Tabla 3. Orden de las Variables por Influencia/Dependencia Directas e Indirectas	63
Tabla 4. Orden de las Variables por Influencia/Dependencia Potenciales Directas e Indirectas	71

## LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Interacción Agente – Entorno	30
Figura 2. Modelo FIPA	35
Figura 3. Los modelos de MAS-CommonKADS	39
Figura 4. Metodología de Análisis	43
Figura 5. Definición Mapa de Procesos	44
Figura 6. Mapa de Procesos Institución de Educación Superior	46
Figura 7. Mapa de Procesos de un Programa Académico	49
Figura 8. Diagrama SIPOC del Programa Académico	50
Figura 9. Modelo Consejo Nacional de Acreditación	52
Figura 10. Variables Gestión Académica	54
Figura 11. Variables Gestión Administrativa	55
Figura 12. Variables Gráfico Influencia-Dependencia	61
Figura 13. Resultados Gráfico Influencia-Dependencia Directas	64
Figura 14. Gráfico de Influencias Directas	65
Figura 15. Resultados Gráfico Influencia-Dependencia Indirectas	66
Figura 16. Resultados Gráfico Desplazamientos Influencia-Dependencia Directas-Indirectas	67
Figura 17. Desplazamientos de las Variables dependientes	67
Figura 18. Desplazamientos de las Variables Influyentes	68
Figura 19. Gráfico de Influencias Directas Potenciales	69
Figura 20. Resultados Gráfico Influencia-Dependencia Directas Potenciales	69
Figura 21. Resultados Gráfico Influencia-Dependencia Indirectas Potenciales	70

	pág.
Figura 22. Variables Claves de la Unidad Académica	72
Figura 23. Variables Relevantes del Programa Académico	73
Figura 24. Diagrama Objetivos del Programa Académico	75
Figura 25. Diagrama de Influencia de la Gestión Educativa de un Programa Académico	76
Figura 26. Agentes del Sistema Programa Académico	78
Figura 27. Ambiente de Trabajo de SIMA-PAES	78
Figura 28. Los Agentes de SIMA-PAES	79
Figura 29. La Comunicación entre los Agentes de SIMA-PAES	80
Figura 30. Entorno de Trabajo SQL (Lenguaje de Consulta Estructurado)	80
Figura 31. Entorno de Trabajo NetBeans IDE 6.9.1	81
Figura 32. Desarrollo del modelado y diseño de SIMA-PAES	83
Figura 33. Gráficos Modelo de Regresión Graduados-Matriculas 1S	87
Figura 34. Gráficos Modelo de Regresión Graduados-Promedio Matriculas	89
Figura 35. Gráficos Análisis Variable Graduados	90
Figura 36. Módulos del Proceso de Admisión y Matrícula	91
Figura 37. Módulos del Proceso de Formación	92
Figura 38. Módulos de Registro Académico	92
Figura 39. Módulos de la Gestión Docente	93
Figura 40. Módulos de Evaluación de Escenarios	93
Figura 41. Protocolos de Comunicación entre los agentes del SIMA-PAES	95
Figura 42. Metodología Diseño Modelo de Gestión Académica	98

## LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo A. Grupo de Expertos	111
Anexo B. Matriz de Análisis Estructural	112
Anexo C. Matriz de Influencias Indirectas	114
Anexo D. Modelo de Tareas	119
Anexo E. Algoritmos de los Principales Procesos de la Gestión Educativa	122
Anexo F. Información Histórica	127
Anexo G. Información Análisis Estadístico	130
Anexo H. Información Cualitativa	131
Anexo I. Resultados Evaluación Modelo SIMA-PAES	132

## INTRODUCCIÓN

La cada vez mayor complejidad de los sistemas en especial de los sistemas sociales, obliga a la búsqueda de explicaciones sobre su comportamiento. Es por esto que resulta de gran ayuda hallar una forma estructurada de identificar las relaciones entre causas y efectos para conocer y entender su comportamiento y de esta manera, lograr una mejor forma para gestionar los sistemas.

No obstante la complejidad de cada sistema queda determinada por el nivel de detalle con que se identifiquen los diferentes componentes que lo integran y las relaciones existentes entre los mismos. En ese sentido el nivel de abstracción que se logre proporcionará mejores posibilidades para su análisis y conocimiento.

Adicionalmente, se deben tomar en cuenta los cambios que se vienen dando en el área de la educación debido a las tendencias internacionales, la legislación y las nuevas propuestas o reformas que apuntan a exigir una mayor eficiencia, calidad y equidad de los sistemas educativos para responder a los acelerados cambios del entorno y promover el desarrollo social y económico del País.

Como resultado, las instituciones de educación superior se hallan en un período de cambios y dificultades a consecuencia de:

- El aumento en el número de matrículas de estudiantes;
- El incremento en el número de instituciones;
- Las exigencias para vincular los procesos formativos con los requerimientos del sector productivo;
- Las políticas de equidad y ampliación de la cobertura por la posibilidad de movilidad entre instituciones y entre ciclos de formación;
- El desempeño de nuevos roles para las instituciones como consecuencia de la innovación en el sistema educativo para integrar las instituciones educativas del nivel medio y superior con el sector productivo y las instituciones gubernamentales; y,
- Los procesos de acreditación.

Con estas exigencias la gestión de las instituciones educativas principalmente en las instituciones de educación superior, demanda una administración efectiva de los recursos que las hace no solo ser eficientes desde el aspecto económico, sino que deben ser eficientes socialmente para satisfacer sin limitaciones ni discriminaciones de tipo alguno, la creciente demanda con una educación masiva de calidad, altamente pertinente ante los requerimientos de la sociedad, como así también, ser consciente de las carencias e inequidades que en la sociedad se verifica (UNESCO, 1998).

La universidad como responsable de la educación superior debe lograr su propósito misional a partir de una gestión administrativa de calidad que le permita el desarrollo de las funciones sustantivas. Así mismo, dado que en las instituciones de educación los programas académicos son las estructuras o unidades académicas a través de las cuales la universidad cumple sus funciones de docencia, investigación, extensión y bienestar universitario, resulta importante determinar cómo hacer una gestión académica que responda a las exigencias actuales en cuanto a equidad, cobertura, calidad y pertinencia.

Por consiguiente, las unidades académicas de las direcciones de programa necesitan disponer de un modelo de gestión que coadyuve en la toma de decisiones oportunas sobre las actividades relacionadas con la formación integral y el desarrollo de las funciones sustantivas en el proceso enseñanza-aprendizaje que les permita una gestión eficaz y eficiente para lograr los resultados esperados en coordinación con los demás procesos del sistema educativo.

La gestión educativa en los programas académicos debe ser integral y coherente con los propósitos, acciones y prioridades que permita a los involucrados alcanzar los resultados esperados. En consecuencia el conocimiento del sistema y la disposición y organización de la información necesaria serán importantes en la gestión de los directores de programa que dispongan del apoyo de un modelo de gestión académica basado en un enfoque sistémico y de multiagentes para el mejoramiento continuo de la calidad del programa académico que les ayude en el objetivo de contar con personal y procesos de calidad acordes con los propósitos de formación de la educación superior.

Para los propósitos del trabajo y teniendo presente que la calidad debe ser el eje de la gestión educativa se asume como base los lineamientos de acreditación definidos por el Consejo Nacional de Acreditación –CNA- que sirven de guía para “la acción y el grado de su cabal realización”<sup>1</sup> en el logro de la excelencia, y donde se le señala a los programas cuáles son las características y los aspectos a evaluar en el proceso de acreditación.

---

<sup>1</sup> CONSEJO NACIONAL DE ACREDITACIÓN. Lineamientos para la Acreditación de Programas. Bogotá. 2006.

El interés del estudio de describir y analizar el sistema de una unidad académica de la dirección de un programa académico a través del modelamiento de los elementos que lo conforman, de su comportamiento y el entorno de desarrollo mediante multiagentes permitirá diseñar una herramienta para la toma de decisiones y la solución de problemas.

Por otra parte el diseño del modelo para la gestión educativa basado en sistemas multiagentes plantea una metodología de análisis de las unidades académicas de pregrado de ingeniería que integra los diferentes actores en la gestión de los recursos y las metas por conseguir.

## **1. MARCO TEÓRICO**

Como lo afirma Jesús Beltrán (Beltrán, 2004) la gestión es el conjunto de decisiones y acciones para alcanzar los objetivos previamente establecidos, donde resulta importante disponer de la información y las herramientas necesarias para el análisis de los problemas y la toma de decisiones.

De ahí que el objetivo de este trabajo es el diseño de un modelo basado en un enfoque sistémico y de multiagentes que comprenda las variables más relevantes de una unidad académica correspondiente a un programa del área de la ingeniería que sirva de apoyo en la gestión para el cumplimiento del propósito de formación bajo un enfoque de calidad.

En consecuencia este apartado hace referencia a los conceptos relacionados con la gestión educativa, el enfoque sistémico y los sistemas multiagentes a través de la revisión de resultados y conclusiones de trabajos de investigación presentados por diferentes autores, así como de la bibliografía existente sobre los temas considerados en el estudio.

### **1.1. GESTIÓN EDUCATIVA**

Las organizaciones sin importar el sector económico al que pertenezcan se desempeñan en ambientes cada vez más competitivos y globalizados por lo que deben gestionar de la mejor manera sus actividades y recursos para garantizar la obtención de resultados.

Para el caso de las instituciones de educación superior el tema no ha sido diferente ya que deben responder a las situaciones de cambio generados por las exigencias de tipo económico y social que reclaman una gestión más activa y eficiente en el manejo de los recursos que les permita cumplir con sus funciones.

En relación con el tema Roberto Martínez (Martínez, 2000) afirma que la gestión universitaria permite:

- Promover las acciones para aumentar la calidad y la creatividad en el desempeño de las funciones sustantivas de la educación superior,

- Preservar la libertad de conocimiento y el pluralismo, y
- Satisfacer los requerimientos con la asignación de recursos para lograr la eficacia y eficiencia del sistema.

Para (Cabeza, Cabrita y Serey, 2001-2002) las tendencias en el financiamiento y las orientaciones de las políticas públicas han generado cambios en la gestión que pretenden, además de mejorar la eficiencia de los procesos para el desarrollo de las funciones sustantivas, tener una gestión flexible del recurso humano para facilitar la movilidad interdisciplinaria. En ese sentido los autores están de acuerdo en que se deben adoptar sistemas de gestión que evalúen de manera objetiva y rigurosa los procesos administrativos y financieros.

Resulta innegable la importancia de la gestión que (Alvariño, Arzola, Brunner, Recart y Vizcarra, 2000) en su trabajo denominado “Gestión Escolar: Un Estado del Arte de La Literatura” la reconocen como un elemento determinante de la calidad del desempeño de las escuelas.

A pesar de lo anterior es de anotar que la gestión educativa en las instituciones de educación superior tiene un desarrollo reciente que se inicia en los años 60 en los Estados Unidos, en los años 70 en el Reino Unido y en los años 80 en América Latina con el propósito de aplicar los principios generales de la gestión al sector de la educación (Casassus, 2002). Según Casassus la gestión educativa se instituye por la puesta en práctica de los principios generales de la gestión y de la educación.

Al mismo tiempo en el trabajo de Sergio Carrasco (Carrasco, 2002) se recalca la importancia en la dirección y la realización de las actividades de la gestión educativa que conduzcan al logro de las metas y objetivos educacionales, y enuncia que la gestión educativa comprende estrategias, pautas, normas y lineamientos que orientan y reglamentan las acciones de los procesos de planificación, dirección, ejecución y control de la gestión educativa.

En tiempos recientes Rodrigo Mejía (Mejía, 2008) afirma que la gestión es una función institucional global e integradora de todas las fuerzas que conforman una organización, articuladas y correlacionadas para el logro de un propósito compartido u objetivo común; pero, agrega que los avances teóricos en el campo de la gestión de la educación son muy limitados, adaptando y adoptando principios, conceptos y estrategias generados para la administración y la gestión de las organizaciones industriales, comerciales y de servicios.

De otra parte en el trabajo de Carlos Alberto Botero (Botero, 2009) se toman en cuenta las diferencias entre los conceptos de gestión y administración, e identifica que la gestión es el todo, y la administración es el soporte o apoyo al manejo y uso de los recursos de acuerdo con las necesidades de la gestión educativa.

Acogiendo las anteriores consideraciones se concluye que la gestión educativa abarca un conjunto de actividades diversas que se deben integrar para lograr el propósito de formación en la educación superior; por ende, es importante conocer qué cambios y/o reformas se llevan a cabo en este campo para determinar cómo gestionar sus procesos.

**1.1.1. Tendencias de la Educación Superior.** Los acelerados cambios políticos y sociales que se viven de manera generalizada crean la necesidad de adelantar proyectos sobre reformas educativas como los que se han emprendido durante los últimos años en Colombia.

La Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO)<sup>2</sup> en su declaración sobre la educación superior afirma que las instituciones deben definir los objetivos, las políticas e identificar las acciones para la gestión que les permita lograr los objetivos deseados.

En ese caso (Giraldo, Abad y Díaz, 2003) afirman que “...en algunas ocasiones las reformas propuestas han obedecido a cambios o introducción de metodologías y tendencias, impulso a la investigación y a las innovaciones; y en otras, a políticas de financiación, cobertura, administración e internacionalización y fomento de la ciencia y la tecnología”.

Una de las actuales propuestas de modernización en el sistema educativo colombiano busca la incorporación de la formación por competencias con el propósito de formar un profesional con los conocimientos, las habilidades, las actitudes y los valores para un buen desempeño laboral.

En ese sentido el diseño y desarrollo de las propuestas de formación para la vida deberán estar fundamentados sobre los pilares de la educación que declara la UNESCO de: aprender a conocer que implica a la vez aprender a aprender, aprender a hacer, aprender a vivir juntos y, aprender a ser.

---

<sup>2</sup> UNESCO. Declaración Mundial Sobre la Educación Superior en el Siglo XXI: Visión y Acción. 1998. [http://www.unesco.org/education/educprog/wche/declaration\\_spa.htm#declaracion](http://www.unesco.org/education/educprog/wche/declaration_spa.htm#declaracion). Noviembre, 2010.

Por consiguiente una innovación del sistema educativo hacia el desarrollo de propuestas de formación por competencias implica que la planificación y la gestión educativa deben entenderse como un proceso donde se identifican y transforman las relaciones, los intereses y la participación de quienes comparten la actividad social y el espacio en donde se desarrolla.

Tal como lo afirma María Guadalupe Moreno (Moreno, 2005) la formación basada en competencias exige transformar los sistemas, las acciones, las formas de interacción y los ambientes educativos lo que significa que lograr un propósito de tales dimensiones no depende únicamente de los sistemas educativos, tiene que ver con la sociedad en su expectativa de nación, de bienestar, de calidad de vida y con su organización política y económica, así como con la forma en que dicha sociedad concreta acciones conforme con las prioridades establecidas.

En el trabajo de Nidia Loerit Romero (Romero, 2005) presentado en su artículo titulado “¿Y qué son las competencias? ¿Quién las construye? ¿Por qué competencias?” hace referencia a las experiencias que se viven en países como Chile y la Unión Europea donde la educación basada en competencias tiene como ejes comunes dar cumplimiento a los siguientes propósitos:

- Mejoramiento de la calidad en la educación en todos sus niveles.
- Igualdad de oportunidades que se expresen en equidad tanto en condiciones de acceso como de permanencia en el sistema educativo.
- Regionalización del fomento del desarrollo regional.
- Internacionalización de la educación superior.

De otra parte, para el desarrollo de las competencias en un diseño curricular según lo afirma Concepción Yániz (Yániz, 2005) se debe partir de un proyecto integrador o proyecto basado en problemas, lo cual exige una planificación compleja donde se expliciten los objetivos, las unidades académicas para lograr estos objetivos, las metodologías para estos logros, los recursos necesarios y así mismo, contemplar la preparación de un plan de evaluación de los procesos y los resultados del proyecto.

Otra consideración frente a las tendencias por la formación por competencias implica la articulación de las instituciones de educación con el sector productivo, donde al respecto (Escorcía, Gutiérrez y Henríquez, 2007) afirman que para que el sector productivo pueda cumplir con este desafío es necesario que la Educación Superior en Colombia ofrezca programas encaminados a la formación de profesionales competentes en el desarrollo de

planes que faciliten la modernización industrial y empresarial, esto es que se evidencie el impacto de los egresados por su desempeño.

La principal conclusión del trabajo realizado por (Escorcía et al, 2007) tiene que ver con la falta de articulación existente entre los desarrollos curriculares y las tendencias del mundo productivo, y reafirman la importancia del docente en el diseño y desarrollo de las nuevas propuestas curriculares.

Juan M. Escudero (Escudero, 2008) resalta en su artículo titulado “Las competencias profesionales y la formación universitaria: posibilidades y riesgos”, que a pesar de haberse aceptado como parte de la renovación pedagógica, las competencias se están aplicando pero, poco se sabe acerca de sus significados, usos e implicaciones; y llama la atención sobre la necesidad de tratar el tema de manera integral, tomando en cuenta la concepción de las profesiones, contenidos de la formación, metodologías, evaluación, etc..

Por tanto lo relacionado con la gestión para la formación por competencias implica compromisos que sean consecuentes con el trabajo por competencias no solo de los estudiantes, sino del personal académico y administrativo de la institución, tal como lo plantea Peter Senge (Senge, 1998) en la Quinta Disciplina, en cuanto a que debe haber un pensamiento sistémico en todas las organizaciones, incluidas las instituciones educativas, y un permanente aprendizaje en equipo que fortalezca en todos los miembros un compromiso de largo plazo.

El trabajo por competencias en las instituciones de formación requiere cambios y transformaciones no solo de las estructuras físicas y administrativas, sino en la forma de desarrollar las actividades de enseñanza-aprendizaje que trascienden el aula de clase e innovan en los procesos de evaluación.

**1.1.2. La Calidad en la Educación.** Bajo un enfoque integrador la calidad en la formación abarca tanto la gestión de los diferentes procesos como el aseguramiento de la calidad en los resultados, bien en lo relativo a aspectos normativos como en lo que se refiere a la satisfacción de las demandas y expectativas de los interesados (estudiantes, comunidades, empresas, sectores y cadenas productivas) (Cinterfor/OIT, 2006).

En toda organización los objetivos especifican y orientan su trabajo hacia lo que desean lograr y para alcanzarlos deben precisar las responsabilidades (quién), los recursos (con qué), las metodologías (cómo), los cronogramas (cuándo) y una estructura organizacional que le permita asegurar los resultados que desea obtener.

Es innegable por consiguiente que la calidad y la gestión por procesos están estrechamente unidas y el propósito de los sistemas de gestión en las organizaciones es el aseguramiento de sus objetivos y el cumplimiento de su misión.

Una gestión por procesos de acuerdo con Luis J. Benavides (Benavides, 2003) permite una secuencia articulada de las actividades que busca lograr la eficacia y eficiencia del sistema para cumplir con los elementos básicos de una gestión de calidad para satisfacer los requerimientos de los clientes en los tiempos establecidos y a los costos presupuestados.

En relación con el tema Rodrigo Mejía (Mejía, 2008) afirma que una gestión bajo el enfoque por procesos permite determinar los niveles de importancia en una institución y en consecuencia se deben identificar:

- Procesos de gestión de la alta dirección, los cuales responden por el direccionamiento estratégico
- Procesos misionales o del conocimiento, que responden por las funciones sustantivas de la educación: docencia, investigación, proyección social y bienestar universitario
- Procesos de apoyo o de soporte, aquellos que están en función de los recursos físicos o materiales, financieros y humanos.

Por tanto, una gestión educativa enfocada a la calidad significa que la calidad sea el eje en la gestión, donde el concepto de calidad de la educación implica desarrollar un ambiente cualitativo de trabajo mediante la institucionalización de conceptos y prácticas tanto técnicas como administrativas, capaces de promover la formación humana sostenible y la calidad de vida de estudiantes, docentes y funcionarios académico-administrativos, para finalmente organizar las instituciones y sus procesos administrativos y pedagógicos, de tal forma que contribuyan al logro de los resultados en la construcción y distribución del conocimiento.

En Colombia la educación superior es un servicio público enmarcado por la Constitución y la Ley 30 de 1992, donde la calidad se entiende de una parte como la síntesis de características que permiten reconocer como un programa académico o una institución de determinado tipo cumple con su misión; y de otra, sirve para realizar un juicio sobre la distancia relativa entre dicho cumplimiento y el óptimo que corresponde a su naturaleza (Roa, 2003).

En consecuencia, las actuales políticas de gobierno y el proyecto educativo de las instituciones apuntan a mejorar la calidad de la educación mediante el mejoramiento de la

gestión de las instituciones educativas para alcanzar el cumplimiento de su misión social con altos estándares de calidad y procesos de mejora continua.

Para concluir es posible afirmar que la gestión en las universidades debe comprender las acciones para promover la calidad y el fortalecimiento de los procesos para el desarrollo de las funciones sustantivas de docencia, investigación, proyección social, así como el bienestar universitario.

En ese sentido las instituciones deben adecuar sus estructuras en la organización para lograr los objetivos frente a las tendencias actuales de cambio, las exigencias en las propuestas de formación y las necesidades del entorno en los diferentes ámbitos locales, nacionales e internacionales.

Una evaluación sobre los logros alcanzados, el seguimiento y la medición constituyen la base para saber qué se está obteniendo, en qué extensión se cumplen los resultados deseados y por dónde se deben orientar las mejoras. Se debe recalcar sin embargo, que la evaluación tiene como fundamento la mejora donde lo importante no es evaluar si no utilizar la evaluación como una estrategia de mejoramiento para lograr los resultados del proceso.

Para las instituciones de educación la mejora y la sostenibilidad de la calidad deben ser prioritarias y la evaluación es el proceso mediante el cual es posible determinar el grado de cumplimiento que tienen las actividades de una institución de educación.

De acuerdo con lo expuesto por Julio César Cañón (Cañón, 2006. En: PANEL: Evaluación y Calidad de la educación: una perspectiva crítica) la calidad de la educación superior está determinada por la calidad de la evaluación, y su incidencia en el desarrollo social que depende esencialmente del compromiso institucional con:

- El conocimiento como medio para reducir las brechas sociales, científicas y tecnológicas.
- El mejoramiento permanente como soporte de acciones sostenidas.
- La formación para el liderazgo y la participación política.
- La preservación de los valores y el rigor académico.

En síntesis la evaluación es la base para la determinación de las acciones de mejoramiento que conduzcan a lograr la acreditación, lo que significa el reconocimiento público de que un programa satisface determinados criterios de calidad.

En ese sentido aun cuando la acreditación es voluntaria, las instituciones definen una estructura organizacional y las actividades para una gestión que permita dar cumplimiento a los lineamientos determinados por el Consejo Nacional de Acreditación (CNA) para la acreditación de programas.

**1.1.3. Acreditación de Programas.** El tema de la acreditación en la educación superior surge como consecuencia de la proliferación en la oferta de programas y la preocupación sobre la calidad de la educación que en ellos se imparte.

La acreditación de una institución o de un programa académico consiste en la verificación sobre el cumplimiento de los objetivos de formación en aspectos tales como el proyecto educativo, el logro del perfil profesional, la infraestructura, la tecnología utilizada, los recursos educativos y el desempeño de los egresados con el objetivo de evidenciar la eficiencia y eficacia de la institución como sistema.

De ahí que las instituciones recurran a la acreditación con el propósito de lograr el reconocimiento público de las condiciones de funcionamiento que certifiquen la calidad de sus servicios y procesos. Lo que significa que las instituciones de educación deben conseguir la formación de profesionales que alcancen los desempeños deseados acorde con las tendencias y cambios de los entornos socioeconómicos actuales, manteniendo y mejorando sus niveles de calidad.

Ahora bien, para valorar el cumplimiento de estos objetivos se requiere del diseño de modelos con criterios o elementos de evaluación que permitan evidenciar el nivel alcanzado por la institución o el programa académico. Estos modelos son los que determinan los requisitos mínimos para cada actividad, y acordes con ellos se evalúa la institución o el programa para verificar su grado de cumplimiento.

En cualquier caso en la mayoría de países los sistemas de evaluación y los organismos de acreditación pretenden el mejoramiento de la educación superior y el poder garantizar la calidad de las instituciones o programas que sean evaluados.

Por consiguiente tal como se comprueba en la tabla 1 los modelos de acreditación y los organismos de acreditación existen de acuerdo con la normatividad o la ley de calidad y acreditación de cada país:

Tabla 1. Agencias de Evaluación y Acreditación de la Calidad en Educación

<b>Año</b>	<b>País - Agencia acreditadora</b>	<b>Ley base para el acreditador</b>
1998	Colombia - CNA	30 (Piloto desde 1992)
2001	España - ANECA	LOU > EEES
----	Uruguay	Piloto desde 1996 (por darse)
2006	Perú - SINEACE	Ley 28740
----	Bolivia - CONAES	Están por dar ley.
2006	Chile -CNA / CNAP	20129 (pero Piloto desde 1999)
2000	Ecuador	Ley Educación Superior N° 16.RO-77 art. 90
1995	Argentina - CONEAU	Ley Educación Superior N° 24.521
1998	Brasil - CNAVES	Ley N° 205
	Venezuela - CNU	Se acreditan –voluntarios- post grados
2003	Paraguay	Ley N° 2072
<b>Centro América</b>		
1999	Costa Rica - SINAES	Ley 8256
	Nicaragua	UNESCO: “déficit educativo masivo”
1997	Salvador - CDA	Acuerdo Ejecutivo No. 15-1642
	Guatemala	UNESCO: “déficit educativo masivo”
1999	Cuba – JAN/SUPRA/SEA-CU	Decreto 320
<b>Norte América</b>		
2000	México – COPAES CONEVET/ CACEI/ COMEAA/ COMAEM	
1932	USA – ABET / BALDRIGE	Baldrige (1987) – ABET (ingenierías desde 1932 Privada)
1966	Canadá	CEAB para ingenierías

Fuente: <http://www.calidadintegral.com/agencias-de-acreditacion.php>. Marzo, 2010

De igual modo cabe mencionar que existen factores comunes en los modelos de acreditación que van en concordancia con la política de la UNESCO expuesta en su documento “Plan de Acción para el Fortalecimiento de la Educación Superior en América Latina y el Caribe” donde en el programa de mejoramiento de la calidad expresa que la calidad deber ser “la adecuación del ser y quehacer de la educación superior a su deber ser”.

Desde esta perspectiva resulta de interés conocer los criterios de evaluación determinados en los modelos Malcolm Baldrige de Estados Unidos, EFQM de Europa y ABET para programas de ingeniería de Estados Unidos, tres modelos de acreditación que tienen el mayor reconocimiento a nivel internacional y observar las coincidencias con el modelo colombiano.

En relación con el Modelo **MALCOLM BALDRIGE** para el caso de instituciones de educación considera la gestión alineada hacia la obtención de resultados bajo siete categorías que se califican sobre una escala ya establecida para la evaluación de los programas, las instituciones deben alcanzar puntajes entre 700-100 para tener la acreditación de calidad:

- LIDERAZGO, 120 puntos.
- Planeamiento estratégico, 85 puntos.
- Enfoque en ESTUDIANTES, 85 puntos.
- Medir y Gestionar Conocimiento, 90 puntos.
- Enfoque en PROFESORES, 85 puntos.
- Administración de PROCESOS, 85 puntos.
- RESULTADOS, 450 puntos.

En el caso del **Modelo EFQM** (European Found Quality Management) involucra nueve categorías:

- LIDERAZGO, 10 % (100 puntos)
- Políticas y estrategia, 8 % (80 puntos)
- Gente comprometida con los objetivos, 9 % (90 puntos)
- Logística y alianzas estratégicas, 9 % (90 puntos)
- Enfoque de administración por PROCESOS, 14 % (140 puntos)
- Resultados de los ALUMNOS, 20 % (200 puntos)
- Resultados con los TRABAJADORES, 9 % (90 puntos)
- Resultados con la sociedad, 6 % (60 puntos)
- RESULTADOS empresariales, 15 % (150 puntos)

El **Modelo ABET** (Accreditation Board for Engineering and Technology) es un modelo específico para programas de ingeniería que contempla criterios específicos para cada programa y a diferencia de los otros modelos no acredita instituciones. Considera para la evaluación nueve categorías o criterios y la forma como se adoptan estos criterios se define por cada programa y queda explicado en un informe llamado de autoestudio a través del cual se realiza su evaluación interna.

Los criterios del modelo ABET son:

- ESTUDIANTES
- Objetivos Educativos

- RESULTADOS DEL PROGRAMA –habilidad (11) (A-K) (Competencias Profesionales).
- Mejoras del sistema
- Plan de estudio
- DOCENTES
- Instalaciones
- Apoyo y recursos financieros
- Criterios del programa

Sobre los lineamientos de acreditación para las instituciones y programas en nuestro País son definidos por el Consejo Nacional de Acreditación –CNA- e incluyen ocho factores para los cuales cada programa determina la importancia en el modelo de autoevaluación:

- Misión y Proyecto Institucional
- ESTUDIANTES
- PROFESORES
- PROCESOS Académicos
- Bienestar institucional
- Organización, administración y gestión
- EGRESADOS E IMPACTO sobre el medio
- Recursos físicos y financieros

Aunque existen semejanzas en los criterios de evaluación de los principales modelos de acreditación en aspectos que tienen relación con la autonomía de las instituciones de educación, el crecimiento y diversificación de la oferta educativa y la necesidad de responder a los requerimientos de la globalización, es importante resaltar que en los diferentes países se busca con la acreditación elevar los niveles de calidad de las instituciones, pero en algunos también sirve como marco para el establecimiento de algunas políticas y medidas de financiamiento para la educación superior.

En el caso colombiano el sistema de acreditación se constituye por la Ley 30 de 1992 con el objeto de validar la calidad y la legitimidad de un programa o institución en un proceso en el que participan la propia institución, las comunidades académicas y el Consejo Nacional de Acreditación –CNA-.

El Consejo Nacional de Acreditación –CNA- expresa que “la calidad en la educación hace referencia a la síntesis de características que permiten, por un lado, reconocer el modo como un programa académico específico o una institución de determinado tipo están cumpliendo con su misión; y por otro, hacer un juicio sobre la distancia relativa entre dicho

cumplimiento y el óptimo que corresponde a su naturaleza”, lo que significa que en el examen de la calidad de un programa o una institución educativa habrá que hacer referencia a los resultados académicos, los medios y procesos empleados, a la infraestructura institucional, a las dimensiones cualitativas y cuantitativas del servicio prestado y a las condiciones en que se desarrolla cada institución, medios y procesos empleados (Ley 30 de 1992).

Si bien es cierto que la Ley 30 de 1992 cambia la relación Estado-Instituciones de Educación Superior (IES) y brinda una mayor autonomía a las instituciones para el nombramiento de directivos y la apertura de nuevos programas académicos; este fortalecimiento de la capacidad de autorregulación de las instituciones trajo consigo un debilitamiento del control del gobierno para establecer planes y objetivos que orientaran el rumbo de la educación superior.

Por tal razón como lo resalta Alberto Roa (Roa, 2003) el proceso de acreditación en Colombia nace del fomento, reconocimiento y mejoramiento continuo de la calidad, y anota que el sistema se ha construido de manera concertada con los actores del sistema educativo colombiano y comprende: el modelo y sus fases, el concepto de calidad, los factores y características, la metodología para la autoevaluación, la evaluación por pares, etc..

Sin embargo, a pesar de que el modelo de acreditación surge en principio como una política de rendición de cuentas se originó más por la necesidad de revisar el incremento de la oferta y para evaluar la pertinencia de la educación (Urbano, 2007).

Sobre las características del proceso de acreditación en Colombia el mismo Urbano las resume de la siguiente manera:

- Los objetivos están agrupados en cinco propósitos generales: La rendición de cuentas, la información, la legitimidad, la calidad y la autoevaluación institucional.
- Al adoptar el modelo del CNA se deben acoger integralmente todos los factores para la evaluación de calidad.
- El proceso de acreditación comprende cinco momentos a saber:
  - Un primer momento cuando el CNA determina los estándares para la evaluación de los programas
  - La autoevaluación que realiza el programa
  - La evaluación externa por parte de los pares académicos
  - La decisión por parte de los miembros del CNA de acuerdo con el juicio emitido por los pares.
  - El acto de acreditación

Resulta evidente que los resultados del proceso de evaluación en la institución de acuerdo con el modelo de acreditación establecido deben conducirla a un proceso de mejora que requiere la adecuación de estrategias orientadas al cumplimiento de una gestión de calidad para el mejoramiento continuo de los procesos.

Es por ello que las instituciones de educación en la actualidad deben adecuar sus estructuras administrativas para responder con un sistema de calidad que garantice tanto las condiciones mínimas de funcionamiento del programa como la evaluación permanente, con miras al mejoramiento continuo y de acuerdo con el modelo de acreditación.

**1.1.4. Indicadores de Gestión de Calidad.** La necesidad de lograr una eficiente y eficaz gestión conlleva a disponer de un sistema de indicadores que sirva para evaluar el desempeño de la organización (Beltrán, 2004).

De manera que la implementación en las instituciones de educación de los sistemas de gestión de calidad y la definición de estándares para medir y controlar los resultados alcanzados son importantes por su contribución al mejoramiento de los procesos tal como se concluye en el trabajo de Augusto Bahamón (Bahamón, 2008) quien reconoce las ventajas de la evaluación del desempeño mediante los indicadores de gestión.

Sobre la definición de indicadores Jesús Mauricio Beltrán (Beltrán, 2004) los considera como la relación entre las variables cuantitativas o cualitativas que permiten observar la situación y las tendencias de cambio generadas en el hecho observado respecto de las metas u objetivos previstos.

Al proveer los sistemas de calidad los indicadores para medir el desempeño en relación con la calidad de los procesos resultan de gran ayuda para garantizar a través del cumplimiento de requerimientos ya avalados la eficacia y la eficiencia de la institución.

La importancia de la utilización de los indicadores de la educación superior ha quedado ampliamente demostrada por María Alejandra Cabeza (Cabeza, 2004) quien la sustenta bajo tres premisas que toman en cuenta: su influencia en el sistema dado su carácter sistémico, su contribución para llevar a cabo cambios internos teniendo en cuenta las transformaciones del entorno, y su concepción como un todo a partir de las particularidades internas.

Es sobre la base de los indicadores que se definen las variables que se consideran importantes para la gestión de los programas académicos y que son tenidos en cuenta en la evaluación durante el proceso de acreditación de los mismos.

La revisión documental en relación con la gestión educativa, las tendencias en el tema de la educación superior y los requerimientos sobre la calidad de los programas académicos y las instituciones, determinan los lineamientos a seguir para definir un modelo de gestión que considere los aspectos innovadores de la redefinición de funciones en la administración de las actividades académicas y administrativas.

## **1.2. ENFOQUE SISTÉMICO**

Los primeros estudios sobre el pensamiento sistémico se le reconocen a Ludwing von Bertalanffy, quien para explicar los problemas de los sistemas vivos cuestionó el planteamiento del método científico que percibe solo partes del sistema. Es entonces, a partir de sus conclusiones, que Bertalanffy en 1937 propone su trabajo sobre la Teoría General de Sistemas que tiene origen en las complejidades organizadas y que define al sistema como una forma ordenada y científica de aproximación y representación del mundo real (Chiavenato, 2007).

Por tanto la Teoría General de los Sistemas se caracteriza por su perspectiva holística e integradora donde lo importante son las relaciones y los conjuntos que a partir de ellas emergen.

Es a partir del desarrollo de la Teoría General de los Sistemas que se han dado a conocer igualmente otras teorías en relación con el tema entre las que cabe mencionar: la teoría de las redes de Rapoport aplicada a estudios sociológicos; la teoría de los autómatas (Turing, 1936) que propone una nueva máquina teórica para estudiar procesos algorítmicos; la cibernética (Wiener, 1948) que busca desarrollar una teoría para el análisis de los sistemas mixtos (máquinas y seres vivos), aplicables en los procesos de gobierno y comunicación de la sociedad; la teoría de la información (Shannon y Weaver, 1948) que toma en cuenta la información y todo lo relacionado con ella; la teoría de juegos (von Neumann y Morgenstern, 1944) que estudia en un principio el comportamiento de la economía, y permite a través de modelos analizar las interacciones en estructuras formalizadas que conduzcan a la toma de decisiones. En tiempos más recientes Peter Checkland (1981) desarrolló la metodología de sistemas blandos aplicada al entendimiento de sistemas complejos con un alto componente social, por lo cual asegura que el sistema que se refiere

a una epistemología o una metodología de sistemas blandos es una construcción mental del pensamiento humano que sirve para el análisis de la realidad social (En: Martínez F., 1996).

En otros conceptos sobre sistemas se encuentran a (Aracil y Gordillo, 1997) quienes definen un sistema como un objeto formado por un conjunto de partes entre las que se establece alguna forma de relación que tiene un propósito o función definida que las articula en la unidad que es precisamente el sistema.

De la misma manera para Sergio Carrasco (Carrasco, 2002) un sistema es el conjunto global y unitario de elementos que interactúan dinámicamente para lograr determinados propósitos.

De otra parte, en su trabajo José Navarro (Navarro, 2001) identifica las tres características básicas de los sistemas:

- Los elementos que lo componen,
- Las relaciones entre los elementos y,
- Los límites del propio sistema que determinan qué elementos y cuáles pertenecen al mismo.

En el estudio de (Carrasco, Del Castillo y González, 2003) titulado “Aplicación del Enfoque Sistémico al Trabajo de los Años Académicos en los Centros de Educación Superior” los autores consideran para el análisis tres principios del Enfoque Sistémico: el principio de jerarquía, el principio de integridad y el principio de diversidad de descripciones.

Según Milagros Pérez (Pérez, 2005) el enfoque sistémico constituye un método de abordar el estudio de un objeto o situación donde los elementos que lo forman guardan interrelación. Desde esta concepción los elementos pueden ser considerados como subsistemas y a su vez, cada uno puede ser analizado como un sistema.

De este modo el desarrollo y conocimiento del sistema en el estudio realizado por (Osorio, Duque y Jaramillo, 2007) parte de la base de que el pensamiento sistémico permite una visión holística del sistema mediante la definición de diagramas causales, variables de nivel y funciones de decisión con lo cual es posible tener un mejor conocimiento de los sistemas y de las consecuencias de sus decisiones.

Pero, sin duda uno de los representantes más importantes del pensamiento sistémico es Peter Senge, autor de la V Disciplina que trata sobre las organizaciones que aprenden;

organizaciones que prosperan gracias al aprovechamiento colectivo de los talentos y capacidades de cada persona para avanzar en conjunto. Para Senge la palabra sistema deriva del verbo griego *sunistánai*, que significa “causar una unión” (Schaffernicht, 2009).

En las organizaciones de los sistemas educativos y de las escuelas (Vallejo y Valencia, 2007) señalan que éstas son ámbitos estratégicos de cambio y de mejora educativa, que se les concibe como sistemas abiertos y comunidades que aprenden, cuyas prácticas deben centrarse más en procesos académicos, pedagógicos y de aprendizaje que en procesos administrativos y burocráticos.

De esta manera la comprensión de los sistemas educativos desde la Teoría de Sistemas involucra la identificación de los elementos y las relaciones e interrelaciones existentes, lo que implica determinar la complejidad desde la influencia que cada elemento pueda tener en el sistema como un todo.

Estas propiedades que se encuentran en los sistemas donde las propiedades individuales de cada elemento o parte del sistema suelen ser diferentes a las del sistema como un todo se conoce como las propiedades emergentes. Es por esto que el conocimiento individual de cada elemento no implica el conocimiento general del sistema cuando todas sus partes se hallan interactuando, sino que dependen de la influencia que cada uno pueda tener sobre el sistema.

De tal forma que el estudio de los sistemas bajo el enfoque sistémico tiene una gran aplicación en diferentes disciplinas para abordar el estudio de problemas y la toma de decisiones.

Aplicaciones en ese sentido y en el tema de la educación superior, se encuentra el caso en Chile expuesto por Lorenzo Andrade (Andrade, 2008) quien ha adelantado estudios sobre la “Aplicación del Pensamiento Sistémico en la relación calidad y docencia de pregrado en universidades estatales” para explorar el rol de la calidad del servicio en una institución de educación superior.

Posteriormente en el 2009 el mismo Andrade con su trabajo titulado “Calidad de la gestión docente y su efecto en la sustentabilidad del nivel de estudiantes matriculados” muestra el efecto que tendría un adecuado plan de mejoramiento de la calidad de la gestión de la docencia en la sustentabilidad del nivel de los estudiantes en una institución de educación superior basado en un modelo bajo el enfoque sistémico.

Teniendo presente lo anterior, un análisis de la unidad académica de la dirección de programa debe ser integrador, por lo que el diseño de un modelo para la gestión educativa basado en un enfoque sistémico y de multiagentes permitirá plantear una metodología de análisis donde se integren los diferentes actores y metas por cumplir en pro de los objetivos institucionales y del programa académico que facilite la gestión de los recursos y sirva de apoyo para la toma de decisiones.

### **1.3. SISTEMAS MULTIAGENTES**

Los sistemas multiagentes (SMA) son un área de la Inteligencia Artificial que estudia el comportamiento de agentes inteligentes que cooperan para la solución de un problema o en el logro de objetivos individuales o colectivos, y consiste de entidades autónomas llamadas agentes que se comunican entre sí.

Al respecto (López, Hernández, Pajares y Aguilera, 2002) afirman que los SMA son sistemas en los que múltiples agentes autónomos, heterogéneos, interactúan entre sí y con el entorno buscando cada uno sus propias metas.

Sin embargo a pesar del uso y desarrollo reciente de aplicaciones con SMA (Suárez, Castillo, Ríos et al, 2009) mencionan su doble connotación como área de conocimiento de la Inteligencia Artificial Distribuida y como metodología de análisis y de estudio de sistemas complejos, con un importante potencial para la solución de problemas que tienen que ver entre otros con el control de procesos, los procesos de producción, la medicina, la gestión de la información, etc.

Ahora bien sobre las diferencias existentes entre modelamiento y simulación éstas son expuestas de manera amplia en el desarrollo del trabajo de investigación de (Callejas y Valero, 2005) donde por la revisión de los conceptos de diferentes autores pudieron concluir que el modelado es la representación o abstracción organizada de un problema o situación a través de cualquier técnica (modelos gráficos, matemáticos, esquemas) y en consecuencia el modelamiento de los sistemas se realiza para desarrollar procesos de inferencia de los sistemas reales; mientras que la simulación a su vez permite predecir qué sucederá en el sistema si se realizan cambios bajo determinadas condiciones para elegir la mejor alternativa.

En todo caso es indudable la importancia que han adquirido los SMA y al respecto las conclusiones del trabajo realizado por (Paniagua, Palma y Martín, 2001) resaltan las ventajas de utilizar los SMA para el modelado de organizaciones humanas especialmente

como soporte para la definición del objetivo general y los específicos, como apoyo en los distintos procesos y en la toma de decisiones para la elección de la mejor alternativa, como ayuda en la coordinación de los diferentes agentes que lo representan y su seguimiento, e igualmente, para la evaluación de los resultados de las acciones tomadas.

Dadas las ventajas que ofrece la utilización de SMA y las características complejas de una unidad académica de pregrado se propone el desarrollo de un modelo bajo este enfoque que integre los principales procesos para su gestión con el seguimiento, control y mejoramiento de la calidad académica.

Por tal razón a continuación se expondrán conceptos de los temas relacionados con el trabajo con SMA.

**1.3.1. Los Agentes.** Diferentes definiciones sobre agentes se resumen en el trabajo de Evelio José González G. (González, 2003) donde la mayoría concuerdan en definirlo como un ente, ya sea “software” o “hardware” que es capaz de realizar de forma autónoma e independiente, tareas que se consideran inteligentes. Un agente es una entidad que toma decisiones dependiendo del estado de su entorno.

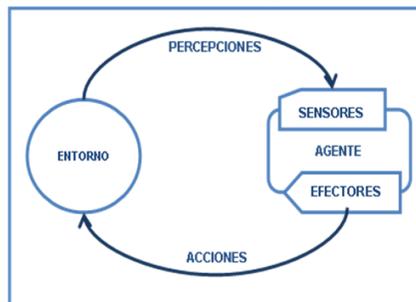
Sobre agentes (Julián y Botti, 2000) afirman que éstos no se desarrollan de manera independiente sino que son entidades que conforman un sistema denominado multi-agente, donde los agentes interactúan de manera que se comunican entre sí.

Para Francisco García (García, 2007) un agente es una entidad software ubicada en un entorno concreto, que es capaz de actuar autónomamente y de manera reactiva y proactiva ante su entorno; que interactúa a la vez, con otros agentes con el propósito de lograr unos objetivos establecidos por un ente que se representa por el agente.

En relación con el tema Luis Ernesto Mancilla (Mancilla, 2008) confirma que los agentes son racionales, lo que quiere decir que hacen lo correcto, esto es logran el mejor desempeño.

Adicionalmente (Álvarez y Soto, 2008) ratifican que un sistema está conformado por agente y ambiente, y el efecto que el agente tiene sobre el entorno se representa como una transformación de su estado. Por consiguiente un agente debe ser capaz de aprender de la experiencia; debe poder recibir influencias del entorno y de reaccionar para responder a los estímulos tal como se representa en la Figura 1.

Figura 1. Interacción Agente – Entorno



Fuente: Tomado de Suárez et al, 2009

Así mismo, (Aguilar y Zayas, 2009) también corroboran que un agente opera en un ciclo de Percepción- Razonamiento- Actuación, donde percibe los cambios del entorno aplica razonamiento utilizando la información que conoce y la nueva de que dispone para actuar en consecuencia tomando una acción.

A pesar de las varias definiciones sobre agentes en cada caso se identifican las características y particularidades que debe poseer un agente. Es así como desde la perspectiva de Carla Salazar (Salazar, 2003) los factores que identifican la racionalidad de un agente son:

- La medida de evaluación del éxito alcanzado
- La secuencia de las percepciones que pueda recibir
- El conocimiento que tenga del medio, y
- Las acciones que pueda realizar

Igualmente por su parte (Milojicic y Lange, 1998. En: Gutiérrez, 2006) señalan que los agentes deben poseer entre otras, las siguientes características:

- Ser reactivo, capaz de detectar cambios en el entorno y reaccionar ante ellos.
- Autónomo
- Perseguir el cumplimiento de los objetivos
- Ser colaborativo

De acuerdo con (Russell, 1996. En: Mancilla, 2008) las características más importantes de los agentes se resumen así:

- Autonomía, tiene control sobre sus acciones y su estado interno
- Habilidad Social, en relación con su capacidad de relacionarse con otros agentes

- Reactividad, su percepción del entorno y su capacidad de respuesta
- Proactividad, reaccionan por iniciativa propia
- Orientación hacia el Objeto Final, puede dividir una tarea compleja en varias actividades para lograr su objetivo
- Racionalidad, actúa para lograr sus metas
- Adaptabilidad, se adapta a las necesidades del usuario
- Colaboración, la cooperación entre sí para la solución de problemas

A pesar de las diferentes definiciones que se dan sobre el tema, existe consenso sobre que un agente es una entidad que percibe y reacciona y surgen por la necesidad de aplicarlos en sistemas complejos. Cuando en un sistema existen varios agentes se dice que es un sistema multiagente, donde debe haber interacción y comunicación entre los agentes.

**1.3.2. Sistemas Multiagentes (SMA).** En el 2003 Julián y Botti con su estudio sobre los métodos de desarrollo de SMA encontraron que la mayoría de los trabajos realizados hasta el momento buscaban modelar sistemas reales complejos y se apoyaban en una visión del sistema como “una organización computacional consistente en diferentes entidades interactuando”.

Con su trabajo Julián y Botti identificaron tres conceptos principales para un SMA a saber: Agente, rol e interacción. Donde consideran un agente como una abstracción que se concreta a partir de ciertas características que debe cumplir para definirse como tal; el rol es el comportamiento que puede llegar a tener el agente; y la interacción que modela el comportamiento de los agentes.

Por consiguiente, cada elemento en el modelo de agentes deberá contener información no solo sobre su rol, sino de su interacción con otros elementos o agentes.

Para (Hewitt, 1997. En: Salazar, 2003) los SMA se explican como un sistema de actores que funcionan concurrentemente y se comunican entre sí. En el mismo documento de Carla Salazar (Salazar, 2003) se describe la diferencia entre un sistema basado en agentes que utiliza el concepto de agente como abstracción para el modelamiento, y los SMA compuestos por varios agentes que interactúan y buscan alcanzar la funcionalidad esperada.

En el estudio de (Callejas et al, 2005) sobre el trabajo de aplicación para la evaluación de la calidad de servicio en la operación de un sistema encuentran que los modelos multiagentes están constituidos por agentes que interactúan entre sí y con el entorno de manera independiente.

Igualmente, (Álvarez y Soto, 2008) afirman que un sistema multiagente es un conjunto de agentes que interactúan entre sí, que pueden tener objetivos diferentes y son capaces de cooperar, negociar y colaborar para solucionar un problema o alcanzar un objetivo.

De otra parte según como se comuniquen existen los sistemas donde los agentes mantienen intereses comunes; en este caso los mecanismos de coordinación y comunicación son la cooperación; los agentes deben ser capaces de colaborar para encontrar soluciones, mientras que en los sistemas donde los agentes tienen sus propios intereses y los objetivos están en conflicto, los mecanismos de coordinación son la negociación.

En tiempos recientes la aplicación de SMA se ha incrementado para el análisis y estudio de entornos dinámicos y complejos con el modelamiento mediante diferentes metodologías, y gracias a las capacidades que poseen los agentes, en cuanto a autonomía, reactividad, proactividad, razonamiento, aprendizaje, movilidad, interrelaciones, etc..

En su estudio sobre la utilización de SMA para el modelado de la actuación en organizaciones humanas realizado por (Paniagua, et al, 2001) inician en ese momento el desarrollo de modelos para organizaciones humanas y señalan que más que la simulación de los sistemas la implementación de SMA sirve como apoyo en la toma de decisiones para los diferentes procesos en la gestión.

Las ventajas significativas que ofrecen frente a otras metodologías o técnicas en las distintas aplicaciones se encuentran en el estudio comparativo para los diferentes sistemas y la actuación de las entidades o agentes a través de los SMA donde se logran soluciones a problemas complejos desde la interacción y el comportamiento de agentes inteligentes (Marcheti, 2004).

De ahí que a pesar de ser una técnica nueva la utilización de SMA viene adquiriendo cada vez un mayor uso en el estudio y análisis de los sistemas para la solución de problemas complejos.

En ese sentido los estudios realizados por (Botti y Giret, 2002) como parte del desarrollo de su *Anemona: A Multiagent Methodology for Holonic Manufacturing Systems*, comprenden una amplia revisión sobre la aplicación de SMA en el área de las empresas de fabricación, donde se ha dado un importante uso para explicar el comportamiento de los sistemas frente a las condiciones variables tanto de los procesos productivos como de los requerimientos demandados por los clientes para los productos.

De igual manera (Pérez, Hoyos, Moreno y Díaz, 2004) integran un modelo de dinámica de sistemas y de SMA en empresas de distribución de energía, y obtienen resultados donde concluyen que la utilización de los SMA permite encontrar diferentes combinaciones para seleccionar las que sean óptimas según su impacto en la consecución de los objetivos empresariales.

En el área de la educación donde se han dado importantes aplicaciones en el desarrollo de sistemas de enseñanza, (Bender, Deco, Casali y Motz, 2006) adelantaron su trabajo utilizando una arquitectura multiagente para la búsqueda de recursos educacionales que ayude a los usuarios a encontrar los cursos que se adecuen a sus características personales y culturales.

Así mismo (Jiménez, Ovalle y Branch, 2009) en su trabajo aprovecharon “las bondades que ofrecen los SMA tales como la autonomía, la flexibilidad y la adaptabilidad para aplicarlas a un ambiente de enseñanza y de aprendizaje computacional” y corroborar la importancia de utilizar la inteligencia artificial en la educación para la construcción de nuevas tecnologías educativas.

Es indudable que a pesar del auge que ha alcanzado la aplicación de SMA en empresas de manufactura o de prestación de servicios, aún son muchas las opciones por explorar en las diferentes disciplinas, sectores productivos o áreas funcionales gracias a las múltiples ventajas que ofrece, entre las que se pueden anotar las siguientes:

- Conocimiento especializado, cada agente se puede especializar e intercambiar información
- Distribución, los datos pueden estar geográficamente distribuidos.
- Reutilización, se pueden utilizar SMA existentes para realizar nuevos.
- Fiabilidad y eficiencia, son posibles los relevos cuando un agente falla, y además pueden trabajar en paralelo para la solución de problemas.

Con el conocimiento sobre las ventajas que se han obtenido con la aplicación de los SMA en la gestión de distintos sistemas, se busca desarrollar un modelo que incorpore las características más relevantes de un sistema del sector de la educación superior, que integre la información y sirva a los directores como herramienta para apoyar la toma de decisiones.

**1.3.3. Arquitectura Multiagente.** Para el desarrollo de SMA es necesario definir la arquitectura de gestión del sistema la cual tiene que ver con los mecanismos que permiten la interconexión entre sus componentes.

La arquitectura debe explicar los elementos y la forma como se comunican por tanto, depende de las tareas y el entorno donde éstos participen y como interactúen (Rizo, Llorens y Pujol, 2003).

Por consiguiente la arquitectura debe proveer a los agentes la funcionalidad necesaria para implementar los protocolos de seguridad y garantizar de esta manera la comunicación entre los agentes y ofrecer la seguridad del servicio al usuario.

Dado que los agentes se comunican entre sí se debe tener en cuenta que la forma de comunicación entre los agentes depende de cómo se organicen. En consecuencia se tienen dos formas de comunicación:

- Comunicación directa. En esta organización los agentes manejan su propia coordinación; y,
- Coordinación asistida. La organización de esta arquitectura permite que los agentes se comuniquen por medio de facilitadores.

De la misma manera para ayudar al desarrollo de las aplicaciones en la construcción de los sistemas se promueve en el área de la Inteligencia Artificial la definición de estándares que faciliten la interacción entre los agentes y las herramientas.

En consecuencia la Foundation for Intelligent Physical Agents (FIPA) propicia la utilización de estándares y su interoperabilidad con otras tecnologías. FIPA se conoce como una organización sin ánimo de lucro que tiene como propósito definir los estándares para los agentes y los sistemas; fue aceptada oficialmente por la IEEE Computer Society en 2005, aunque ya venía trabajando en el tema desde 1996 (En: [www.fipa.org](http://www.fipa.org), julio 2010).

Tal como lo expresa Evelio José González FIPA promueve la industria de los agentes inteligentes desarrollando especificaciones que soporten la interoperabilidad entre los agentes y las aplicaciones basadas en ellos (González, 2003).

Los propósitos de FIPA son definir una arquitectura de agentes que facilite la utilización de varios mecanismos y servicios. El mayor aporte de la organización FIPA ha sido el desarrollo de un lenguaje estandarizado para la comunicación entre los agentes llamado Agent Communication Language FIPA –ACL FIPA- que le proporciona sentido a los mensajes entre los agentes y está basado en actos comunicativos, cuyos elementos son:

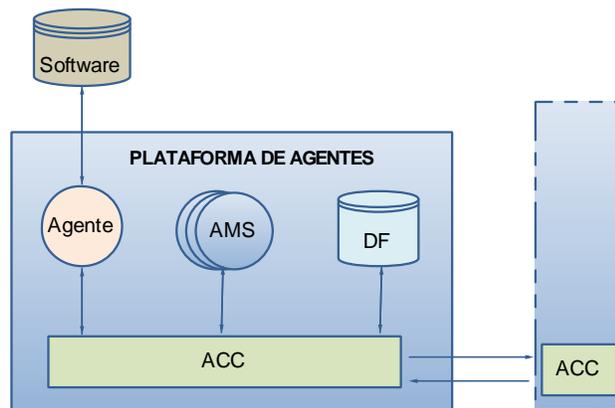
- Un vocabulario o diccionario de palabras apropiado para áreas comunes de aplicación,

- Un lenguaje de contenido llamado KIF –Knowledge Interchange Format- y,
- Un lenguaje de comunicación denominado KQML –Knowledge Query Manipulation Language-.

Además entre los servicios que define el estándar FIPA se encuentran los siguientes, tal como se identifican en la Figura 2:

- Un sistema encargado del transporte de mensajes (IPMT),
- Un sistema de gestión de agentes (AMS),
- Un servicio de directorio (DF) y,
- Un canal de comunicaciones para los agentes (ACC).

Figura 2. Modelo FIPA



AMS: El agente administrador del sistema es responsable de la gestión de la operación de una plataforma de agentes; realiza tareas como la creación o supresión de agentes, así como su migración hacia y desde una plataforma.

DF: Suministra un directorio de servicios que proporcionan los agentes. Esto le permite a un agente conocer los servicios que ofrecen otros agentes.

ACC: La comunicación de una plataforma de agentes debe permitir los mensajes entre agentes y entre plataformas.

ACL: (Agent Communication Language) que permite la transferencia y solicitud de información, negociación, realización de acciones y manejo de errores.

Aunque la mayoría de los entornos de desarrollo y ejecución de agentes utiliza los estándares FIPA cabe mencionar también otros estándares existentes como son: Knowledge Query Meta-Language (KQML), Mobile Agent System Interoperability Facility (MASIF).

No obstante, para que una plataforma sea compatible con FIPA debe tener obligatoriamente tres elementos: AMS, DF y ACC, que serán tenidos en cuenta en el diseño del modelo para la gestión de una unidad académica.

**1.3.4. Ontologías.** Las ontologías son representaciones de las entidades, relaciones y restricciones de un dominio dadas en un lenguaje formal que pueden formar parte del conocimiento de un agente o sistemas de agentes.

La ontología se refiere entonces, a la forma como se representan los conceptos que hacen posible el entendimiento en la comunicación entre agentes. Tiene que ver con el conjunto de información útil para un problema en estudio.

Las ontologías se clasifican en:

- El grado de dependencia de una tarea o nivel de especialización. En este tipo se identifican cuatro niveles:
  - Ontología Top-level, se relaciona con aspectos generales como espacio, tiempo, evento, materia, etc.
  - Ontología de Dominio describe el vocabulario congruente con un dominio de interés como medicina, educación, informática, etc.
  - Ontología de Tareas, tiene que ver con una actividad o tarea esto es, tratamiento, planeación, programación, etc.
  - Ontología de Aplicación se relaciona con conceptos que pueden ser de un dominio o tarea particular, y en muchas tiene que ver con la especialización de ambas ontologías.
- El nivel de detalle o caracterización. Puede darse ontologías de gran detalle difíciles de desarrollar y ontologías de menor detalle más fáciles de implementar.
- La naturaleza de su dominio. Se tienen ontologías a nivel de objeto y ontologías meta-level.

Sin embargo, es importante anotar que en ningún caso es conveniente especializar o generalizar más de lo necesario.

**1.3.5. Plataforma JADE.** Para desarrollar modelos de SMA de acuerdo con su componente practica existen dos posibilidades:

- La primera ve el sistema multiagente como el resultado de utilizar un lenguaje de especificación de agentes a partir de principios basados en modelos operacionales y modelos formales.
- La segunda estudia el sistema multiagente como un sistema software por construir, utilizando plataformas de desarrollo de agentes que proporcionan servicios básicos de comunicación, gestión de agentes y una arquitectura de agente.

Sin embargo, por su complejidad el desarrollo de SMA actualmente se da más hacia la utilización de plataformas que a la aplicación de lenguajes de agentes.

Por consiguiente, una de las plataformas más conocidas es JADE (Java Agent DEvelopment Framework) que consiste en un entorno de desarrollo realizado en Java que cumple con la implementación oficial del estándar FIPA y soporta todos los servicios básicos de infraestructura especificados en FIPA (comunicaciones, movilidad, gestión de agentes y localización de agentes), a los que añade algunas utilidades gráficas para facilitar la administración de las plataformas y la depuración de los mensajes intercambiados por agentes en tiempo de ejecución (Lázaro, 2006).

Según como lo define Juan Francisco Garamendi (Garamendi, 2004) la plataforma distribuida JADE (Java Agent DEvelopment Framework) proporciona tanto un entorno de desarrollo como un entorno de ejecución para el desarrollo y mantenimiento de aplicaciones multiagentes que admite el trabajo con ontologías y está basada en los estándares FIPA.

El entorno JADE se desarrolla en Java y se basa en los siguientes principios:

- Interoperabilidad: Los estándares FIPA le permiten a los agentes cooperar y colaborar en la consecución de los objetivos.
- Uniformidad y Portabilidad.
- Fácil de Usar.
- Código abierto.

Así mismo, con el entorno de ejecución JADE se posibilita tres formas de comunicación entre los agentes a saber:

- La manera más básica es utilizar cadenas para representar el contenido de los mensajes.
- Utilizar objetos serializables de Java, que transmitan directamente los mensajes.
- Definir los objetos que pueden codificar/decodificar los mensajes a un formato FIPA estándar.

Vale recalcar que en el entorno de ejecución de JADE su característica más importante es la interfaz gráfica que proporciona para controlar y depurar los agentes existentes.

A continuación se relacionan los agentes presentes en la interfaz:

- El Agente RMA (Remote Monitoring Agent) que controla y monitorea a los agentes de una plataforma. Cabe anotar que solo existe un agente RMA por container.
- El Agente DUMMY facilita la interacción con otros agentes. Permite la construcción de mensajes ACL, mandarlos y almacenarlos.
- El Agente DF (Director Facilitator) permite ver la descripción de los agentes registrados, registrar y quitar agentes, buscar descripciones y modificarlas.
- El Agente SNIFFER que monitorea todos los mensajes que intercambian los agentes.
- El Agente INTROSPECTOR facilita monitorear la ejecución de un agente y los mensajes intercambiados por éste.

**1.3.6. Metodología MAS-CommonKADS.** Un sistema debe satisfacer las necesidades del cliente que lo solicita. Por tanto hay que tomar decisiones fundamentales cómo elegir las cualidades que se quieren presentes en los agentes (utilizando las diferentes arquitecturas), decidir qué entidades del sistema van a ser agentes o no (utilizando la definición de Newell) y organizarlo todo según un armazón software o utilizando una plataforma de desarrollo.

De otra parte una metodología corresponde a los métodos o técnicas que permiten el desarrollo de la solución para el problema, y comprende en general las siguientes actividades:

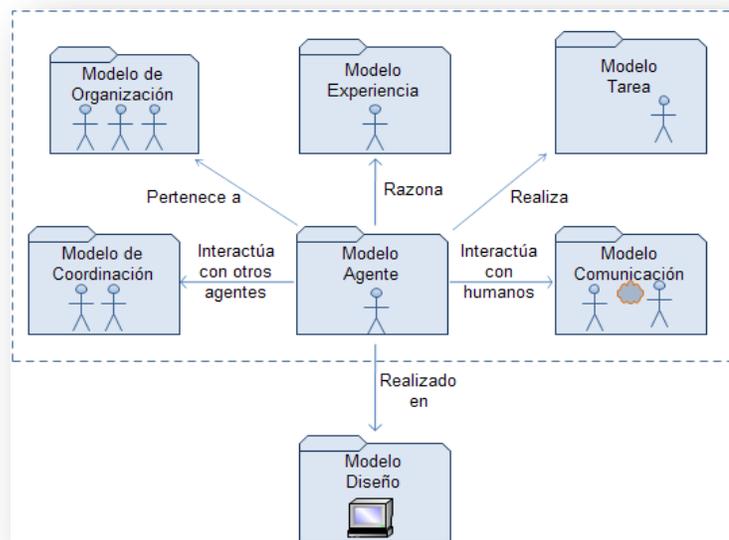
- Definición y descripción del problema por resolver
- Diseño y descripción de la solución acorde a las necesidades
- Construcción de la solución
- Prueba de la solución propuesta

El desarrollo de las distintas metodologías ha surgido como una respuesta a la necesidad de analizar y documentar las aplicaciones de tal manera que se facilite la reutilización de los agentes desarrollados.

En este sentido la metodología MAS-CommonKADS propuesta por Carlos Iglesias<sup>3</sup> en 1998, para modelar Sistemas Basados en Conocimientos (KBS) permite la integración de técnicas de la ingeniería de conocimientos, ingeniería de software orientada a objetos e ingeniería de software de protocolos (Jiménez, et al, 2009) y se desarrolla a través de siete modelos que se describen y representan en la Figura 3.

- Modelo de Agente (AM). Es el ejecutor de una determinada tarea. Describe las características y capacidades de los agentes del sistema.

Figura 3. Los modelos de MAS-CommonKADS (Iglesias, 1998)



- Modelo de Tareas (TM). Detalla las tareas que se deben realizar en el entorno organizacional.
- Modelo de Organización (OM). Especifica la organización donde se integrará el sistema multiagente.
- Modelo de Comunicación (CM). Comprende las intervenciones y conversaciones entre los agentes para la realización de las tareas.
- Modelo de Coordinación. Describe las relaciones dinámicas entre los agentes software.

<sup>3</sup> IGLESIAS F., C. A. Definición de una Metodología para el Desarrollo de Sistemas Multiagentes. Departamento de Ingeniería de Sistemas Telemáticos. Tesis. Universidad Politécnica de Madrid, Madrid. 1998.

- Modelo de Experiencia (EM). Está dividido en tres niveles: nivel de dominio, nivel de inferencia y nivel de tareas.
- Modelo de Diseño (DM). Describe la plataforma y el diseño técnico con el propósito de realizar el proceso de implementación.

En general se debe tener en cuenta para el desarrollo de una metodología MAS-CommonKADS las siguientes fases:

- Conceptualización. Tiene como objetivo comprender las necesidades del usuario.
- Análisis. En esta fase se tiene las especificaciones del sistema con el desarrollo de los modelos descritos.
- Diseño. Es el desarrollo del modelo de diseño
- Codificación y prueba. Comprende la utilización de un lenguaje formal de agentes
- Integración y prueba global.
- Operación y mantenimiento.

Por la rigurosidad de la metodología MAS-CommonKADS se ha demostrado que se pueden obtener buenas soluciones en problemas de complejidad, permitiendo el desarrollo de SMA robustos y complejos. De igual modo la metodología permite lograr con un buen grado de detalle cómo debe definirse el sistema teniendo en cuenta las dependencias entre los modelos.

Por tanto, aprovechando sus ventajas se hará uso de la metodología MAS-CommonKADS para el desarrollo de los modelos para el conocimiento en tiempo real del sistema en estudio correspondiente a la unidad académica de pregrado.

## **2. MODELO PARA LA GESTIÓN EDUCATIVA DE UN PROGRAMA ACADÉMICO EN INSTITUCIONES DE EDUCACIÓN SUPERIOR**

Como bien se sabe las instituciones de educación superior son esencialmente sistemas integrados que comprenden para alcanzar su objetivo un conjunto de procesos interrelacionados que las convierte en sistemas complejos. Es por esto que la gestión de las instituciones universitarias conlleva una serie de procesos que se relacionan entre sí y actúan de manera dinámica para el desarrollo de sus funciones.

Por tanto, el análisis de sistemas con estas características debe darse bajo un pensamiento holístico a través del cual sea posible estudiar la totalidad del sistema y no sus partes de manera aislada sino con una visión integral.

Bajo estas consideraciones se desarrolla el **Sistema Integral Multi-Agente** para la Gestión de un **Programa Académico de Educación Superior** denominado SIMA-PAES mediante el modelado de las actividades de un programa académico del área de ingeniería, como herramienta de apoyo que brinde información en tiempo real para el análisis de problemas y la toma de decisiones.

El trabajo en esta parte del estudio comprende tres fases principales que tienen que ver con la caracterización del sistema, la construcción del modelo SIMA-PAES, y la verificación y evaluación del modelo.

### **2.1 CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA**

En razón a la complejidad del sistema es preciso, para alcanzar el propósito, lograr un buen entendimiento del comportamiento de la unidad en estudio que facilite la identificación de las variables y los elementos relevantes para el desarrollo del modelo.

El conocimiento sobre la realidad a modelar busca a través de la investigación cualitativa y una perspectiva holística, identificar las relaciones e interrelaciones entre las variables que conforman la gestión en un programa académico para representar de la manera más exacta la realidad en estudio; en consecuencia, la identificación de todos los componentes y la

correspondencia existente entre ellos, permitirá la sistematización de los procesos y la caracterización de su estructura.

Ahora bien, tomando en cuenta que en los estudios de tipo cualitativo se identifican cinco características básicas que de acuerdo con (Fraenkel y Wallen, 1996. En: Vera, 2004) hacen referencia a:

- El ambiente natural y el contexto donde se da el problema o tema de estudio
- La recolección de los datos es fundamentalmente verbal
- Los investigadores resaltan tanto los procesos como los resultados
- El análisis de los datos se da más de modo inductivo
- Hay un mayor interés por lo que piensan los individuos y sus perspectivas en el tema de investigación.

Entonces, la primera característica o contexto del sistema hace referencia a la unidad académica que corresponde a un programa académico de educación superior en el área de la ingeniería.

Como se sabe las instituciones de educación superior tienen estructuras académico-administrativas que guardan similitud y están conformadas por diferentes órganos y procedimientos para el desempeño de sus funciones a través de coactividades organizadas y orientadas para alcanzar determinados fines (Garzón, Mendoza y Calvache, 2004); disponiendo así de una estructura organizativa que garantice a las instituciones la flexibilidad para responder con calidad a los requerimientos del medio.

Conforme a lo anterior las universidades disponen de unidades académicas que representan diferentes niveles jerárquicos denominadas escuelas, facultades, departamentos o programas académicos con las cuales buscan descentralizar la compleja dirección otorgándoles en cada caso una mayor autonomía.

En consecuencia, como lo afirman (Garzón et al, 2004) la estructura administrativa debe posibilitar la producción y reproducción del conocimiento facilitando la distribución de las funciones y los cuadros de mando que lo garanticen, soporten y promuevan.

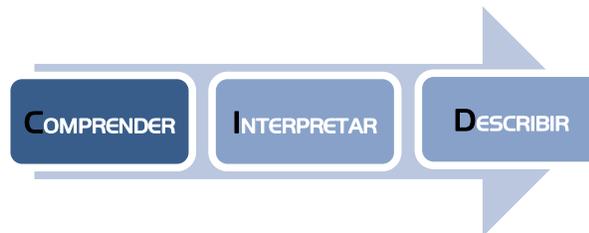
Sobre la unidad académica correspondiente a un programa académico, su definición más general hace referencia al conjunto de actividades que debe llevar a cabo para cumplir con la misión de lograr la formación de profesionales bajo el currículo de una carrera profesional específica. Bajo esta concepción se determina el contexto de estudio para el análisis del modelo de gestión a desarrollar.

Otra de las características de los estudios cualitativos tiene que ver con la recolección de la información que resulta fundamental para la comprensión y análisis del sistema, y cumplir con el propósito de investigación.

Para la recolección de datos en esta parte del estudio, se busca con la indagación realizar la recopilación de la información necesaria sobre el sistema, tomando en cuenta que el propósito de la indagación es la de “reconstruir” la realidad según es observada por quienes forman parte del sistema de interés (Hernández, Fernández y Baptista, 2008).

La metodología de análisis para la unidad académica correspondiente a un programa académico de pregrado en ingeniería abarca en esta fase tres momentos principales: **Comprender**, **Interpretar** y **Describir** que permitan delinear los contextos donde se identifiquen las interrelaciones de los elementos y subprocesos que involucra la gestión de los programas académicos de las instituciones de educación superior en el cumplimiento de su objetivo de formación.

Figura 4. Metodología de Análisis



Fuente: Construcción Propia

La etapa de conceptualización y análisis serán igualmente de tipo descriptivo e interpretativo sobre las relaciones existentes entre las diferentes variables involucradas en la gestión educativa del sistema en estudio. De esta manera el conocimiento de las funciones propias de cada proceso y su forma de relacionarse revelarán la particularidad y la naturaleza propia del sistema en el contexto de desarrollo.

**2.1.1. Mapa de Procesos.** El concepto sobre mapa de procesos dice que es el modelo o representación gráfica de los procesos necesarios para cumplir con los requerimientos de los clientes. De esta manera la construcción del mapa de procesos permitirá identificar los procesos, las relaciones y sus interrelaciones para llevar a cabo la gestión en una organización.

De acuerdo con la “Guía para una Gestión Basada en Procesos” de Beltrán et al., publicada en el 2003 por el Instituto Andaluz de Tecnología –IAT-, se tiene que para adoptar un enfoque basado en procesos en una organización en el ámbito de un sistema de gestión, debe en principio reflexionarse sobre cuáles son los procesos que deben configurar el sistema es decir, cómo debe quedar conformada la estructura de procesos del sistema.

En este propósito la definición del mapa de procesos debe considerar tres aspectos principales:

- Qué hace (Productos: Bien o Servicio)
- Cómo lo hace (Procesos) y,
- Para Quién lo hace (Clientes).

Una vez identificados los procesos éstos deben organizarse en función de la misión, el papel que tengan y su contribución a la organización. En ese orden se consideran los siguientes procesos:

- Procesos Estratégicos. Procesos vinculados a la dirección.
- Procesos Operativos. Relacionados directamente con el producto, en este caso con la prestación del servicio.
- Procesos de Apoyo. Brindan soporte a los procesos operativos, tienen que ver con recursos humanos y físicos, y con la medición y análisis para el mejoramiento.

Figura 5. Definición Mapa de Procesos



Al respecto y de acuerdo con (Villa, Castellanos y Pons, 2006) la caracterización de un sistema proporciona información del proceso en cuanto a:

Actividades	Preguntas Claves	Herramientas
Descripción del contexto	Sobre la naturaleza del proceso	Documentos, Trabajo de Grupo
Definición del alcance	Para qué sirve? Dónde empieza? Qué elementos incluye? Dónde termina?	Documentos, Trabajo de Grupo
Determinación de requisitos	Cuáles son los requisitos	Documentos, Trabajo de Grupo

Por consiguiente para la construcción del mapa de procesos es necesario reflexionar sobre la misión de las instituciones de educación en el nivel superior para las condiciones actuales económicas y sociales que no solo se concreta en su propósito de lograr la formación de las personas que allí ingresan, sino en su compromiso por la generación de conocimiento útil para el desarrollo e innovación de la sociedad.

Lo anterior conlleva a una gestión educativa que implica un análisis de la administración e integración de los procesos de docencia, investigación, extensión y bienestar universitario. En ese sentido un análisis desde el enfoque sistémico debe permitir estudiar de manera circular las causas y efectos vinculados a los procesos, y la interdependencia entre las relaciones que expliquen cómo funcionan las instituciones de educación superior y en especial las unidades académicas objeto del análisis.

A pesar de que en Colombia existe en la educación superior diferentes tipos de instituciones en cuanto a tamaño, tipo, recursos, etc., el propósito que las justifica es común en relación con la preparación y la formación de profesionales que respondan a las necesidades del país; sin embargo no se desconoce la heterogeneidad que existe entre las instituciones y entre los programas aún de la misma área de conocimiento.

No obstante la regulación para el funcionamiento de las instituciones y la definición de estándares que garanticen la prestación de un servicio de educación con calidad, dentro de las condiciones actuales de aumento en la demanda y el incremento en el número de instituciones y de programas, serán evaluados bajo los lineamientos para la acreditación de instituciones y programas académicos establecidos por el Consejo Nacional de Acreditación –CNA-.

Es innegable que a pesar de ser voluntaria la acreditación en Colombia, las instituciones adecúan sus estructuras y mejoran sus procesos realizando permanentes actividades de

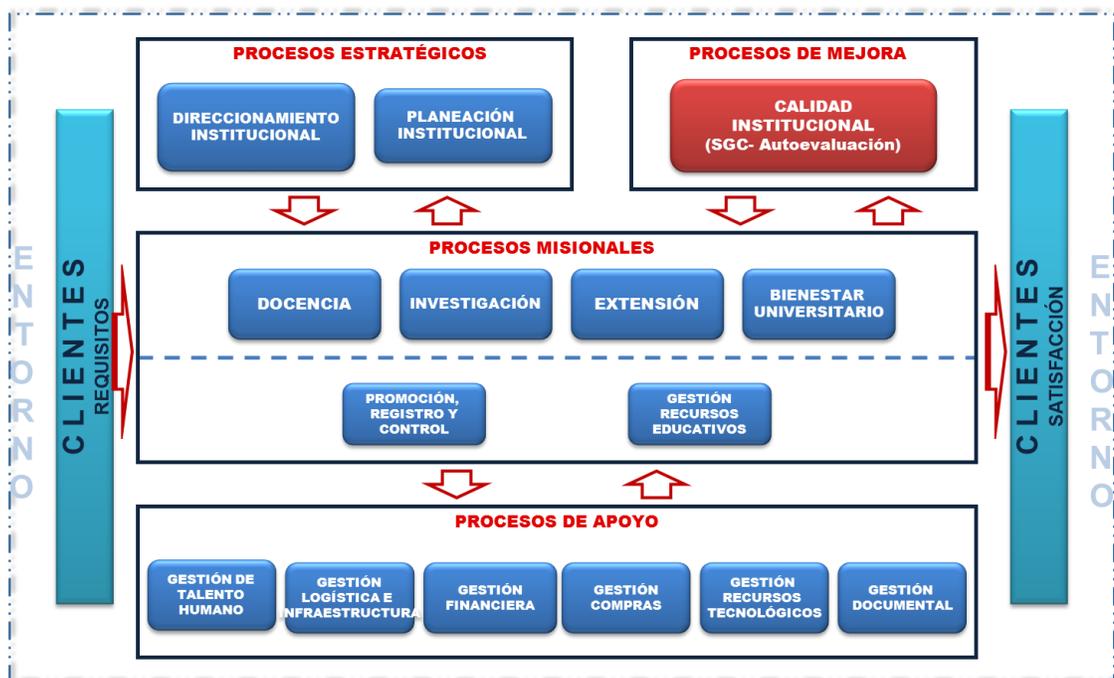
autoevaluación y evaluación que les permita alcanzar los niveles de calidad esperados para lograr sus objetivos.

En consecuencia las instituciones se orientan cada vez hacia una gestión de calidad que les permita el reconocimiento tanto de la comunidad académica como de la sociedad por el cumplimiento en sus objetivos.

Bajo un enfoque sistémico de calidad las instituciones han determinado claramente sus mapas de procesos y la revisión realizada de distintas instituciones de educación superior confirmaron amplias coincidencias en la identificación de los procesos que aportan al logro de los objetivos misionales, y sobre la relación e interacción existente entre ellos; lo que llevó consolidar el mapa de procesos para una institución de educación superior que se muestra en la Figura 6.

Figura 6. Mapa de Procesos Institución de Educación Superior

## MAPA DE PROCESOS INSTITUCIÓN DE EDUCACIÓN SUPERIOR



Seguidamente a partir del mapa de procesos institucional se pasa al análisis para la construcción del mapa de procesos para un programa académico teniendo de presente las particulares que comprende la unidad académica.

La formación integral en un campo de desarrollo profesional como objetivo primordial de las unidades académicas en este caso, de los programas académicos implica lograr una educación holística que comprenda:

- El saber conocer (Aprender a Aprender), tiene que ver con el acto cognitivo del proceso educativo
- El saber hacer, comprende el saber hacer en contexto de modo fácil y de manera eficiente
- El saber convivir, se refiere al conocimiento de la diversidad de las personas, de las semejanzas y la interdependencia entre los seres humanos, respetando el pluralismo; y,
- El saber ser, hace referencia al desarrollo de la persona para actuar con un pensamiento crítico y autónomo.

Al respecto hay que anotar que los programas académicos funcionan como organizaciones que buscan alcanzar sus objetivos mediante el trabajo en equipo, la gestión por procesos, la competitividad y, la productividad; y requieren para su gestión lograr integrar todos los procesos con el fin de mejorar su operatividad, conseguir reducir los costos, alcanzar mejoras continuas y aumentar la satisfacción de los clientes.

Tal como lo planteó Carlos Alberto Botero (Botero, 2009) la gestión académica involucra un conjunto de procesos, toma de decisiones y acciones para lograr el propósito en la formación integral y los objetivos de la educación superior de calidad, pertinencia y cobertura. A través de su artículo “Cinco tendencias de la Gestión Educativa” confirma la importancia de la gestión educativa que permite la realización, ejecución y evaluación de las prácticas pedagógicas.

En efecto para lograr la calidad de las unidades académicas se requiere de una organización, administración y gestión apropiadas para alcanzar los objetivos en el desarrollo de cada una de las funciones y en respuesta a las demandas de la comunidad y el sector productivo.

Por esta razón y en consideración a que la calidad es el eje principal de la gestión educativa en Colombia el CNA determina las características de calidad a través de una guía llamada “Lineamientos para la Acreditación de Programas” con los cuales se promueve la evaluación de las instituciones de educación y de las unidades académicas en relación con sus condiciones académicas, la disposición de sus recursos físicos y humanos, y la pertinencia social y profesional.

Así, un gran número de programas académicos de las instituciones de educación superior solicitan la acreditación para hacer público su reconocimiento en el logro de los niveles de calidad esperados, por lo cual necesitan durante su proceso de autoevaluación de una gestión que conduzca a mejoras en sus procesos para lograr el cumplimiento de los estándares establecidos.

La construcción del modelo de gestión desde el enfoque sistémico y de multiagentes busca la identificación de las variables de la gestión académica que impacten en la calidad del proceso de formación del programa, que permitan la caracterización de la unidad académica y muestren los diferentes componentes del sistema: entradas, salidas, entorno y subprocesos.

La gestión de las instituciones educativas más allá de resultados económicos involucra principalmente la calidad de sus procesos y en consecuencia, es importante la forma como se organizan las interacciones académicas, sociales y afectivas de los individuos que son actores de los procesos, y que constituyen la institución para lograr el propósito de formación de sus estudiantes.

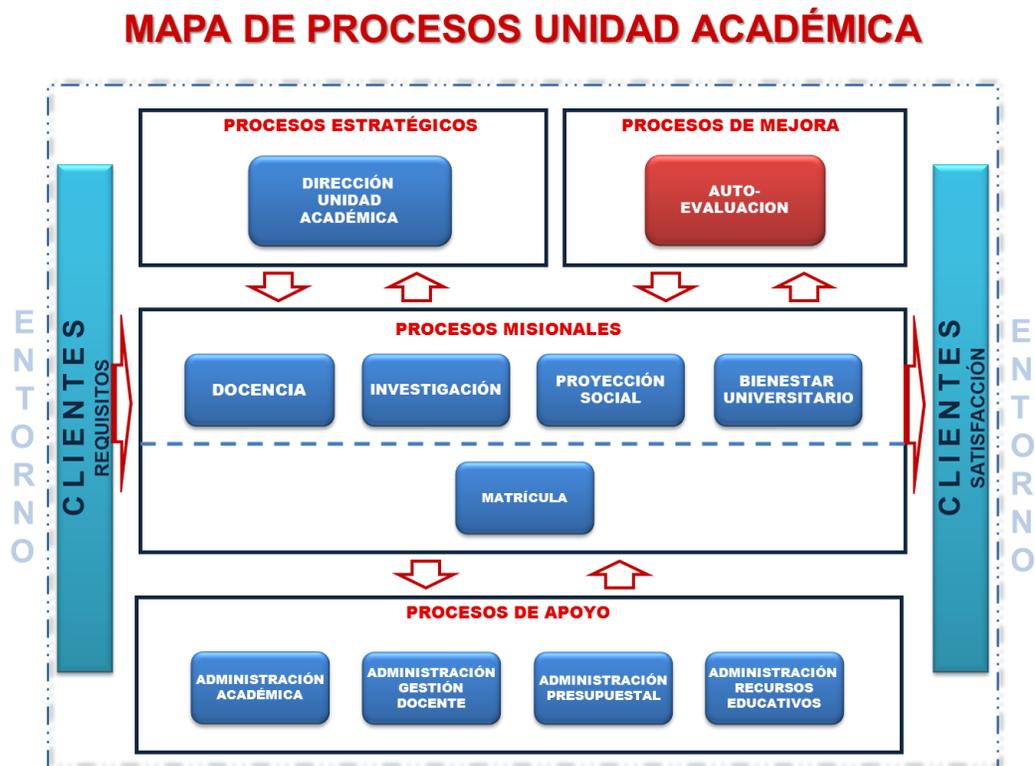
Un análisis tomando en cuenta los lineamientos de calidad, el propósito de formación a cumplir por la dirección de un programa académico y el direccionamiento definido por los procesos institucionales se representa en la Figura 7 con el mapa de procesos de un programa académico donde se destacan sus principales procesos según se definen:

**Procesos Misionales:** La principal función de una unidad académica de la dirección de un programa de pregrado es la formación integral en una especialidad o profesión que conlleva al desarrollo de las funciones sustantivas de la educación superior: docencia, investigación, extensión social y bienestar universitario. Los procesos que se inician con el ingreso de estudiante, registro y seguimiento en su proceso de formación hasta la obtención de su titulación.

**Procesos de Apoyo:** Aunque no son parte esencial de la gestión contribuyen de manera fundamental al logro de los propósitos de la unidad académica y tienen que ver la administración académica de los estudiantes en relación con reingresos, retiros, proyectos de grado, reglamentación, validación, convalidación entre otros; en relación con la gestión docente comprende la asignación de los cursos u otras actividades, definición de perfiles, requerimientos y seguimiento de la actividad docente. Otros procesos de apoyo son la administración presupuestal y de los recursos educativos necesarios para el cumplimiento de la misión.

**Procesos de Dirección:** En relación con los procesos de dirección se identificaron los procesos de la dirección de programa que conlleva procesos de planeación, organización, dirección y control sobre el desarrollo de la unidad académica y procesos de auto-evaluación para evaluar el desempeño de la unidad.

Figura 7. Mapa de Procesos de un Programa Académico



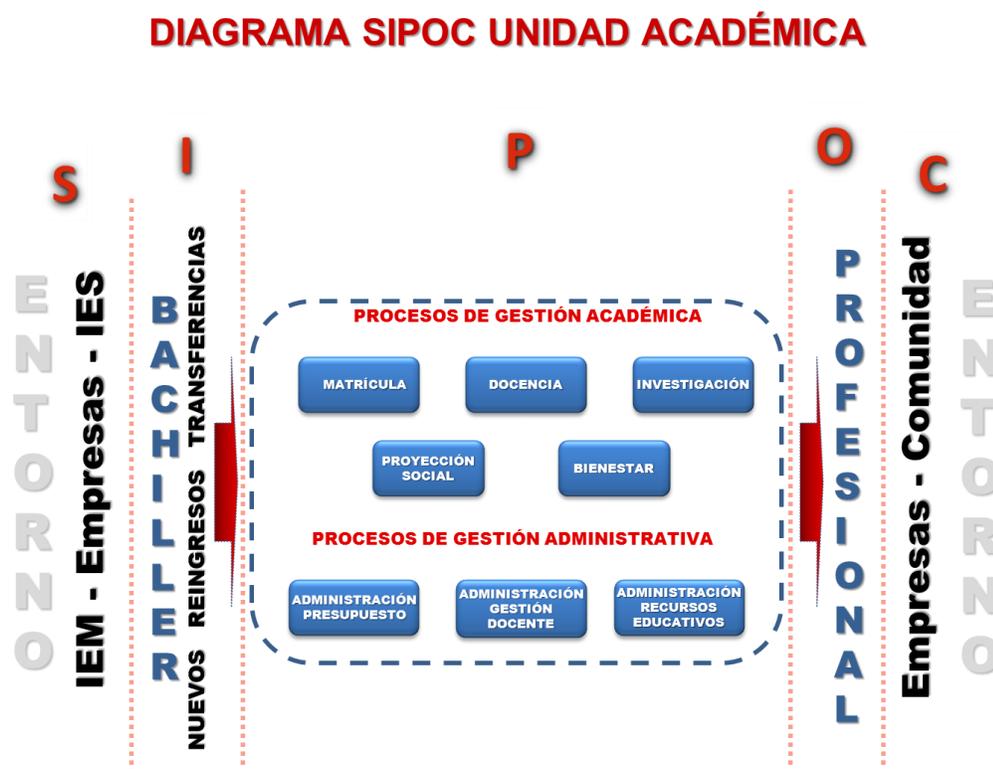
La caracterización de los procesos misionales, de apoyo y de dirección servirá posteriormente para identificación de las variables de la gestión académica de los programas.

**2.1.2. Diagrama SIPOC.** Con el propósito de continuar avanzando en el conocimiento del sistema, en esta etapa de su caracterización se recurre al diagrama SIPOC para tener una mejor comprensión del objetivo, alcance y limitaciones de la unidad académica correspondiente al programa de pregrado.

La herramienta SIPOC es un mapa que identifica proveedores (S), entradas (I), procesos (P), salidas (O) y clientes (C), y resulta de utilidad en el desarrollo de proyectos que buscan

el mejoramiento en la calidad de sus procesos siendo de gran ayuda para la definición del problema, la determinación de los límites del proceso, y las áreas que participan en el sistema que se pretende mejorar, para este caso de modelar.

Figura 8. Diagrama SIPOC del Programa Académico



En resumen el diagrama SIPOC se utiliza para representar el flujo en los procesos del sistema. De esta forma y dado que en la actualidad la razón de ser y los objetivos de la educación superior son lograr una formación integral que comprende no solo la transmisión de conocimientos sino el desarrollo de habilidades, actitudes y valores, se han dado cambios e innovaciones en la gestión educativa que conllevan igualmente, a asumir por parte de las direcciones de programa de nuevas responsabilidades para la planeación, organización, dirección y control de las funciones sustantivas de la educación superior de docencia, investigación, extensión social y bienestar universitario que apoya el desarrollo humano desde lo cultural, físico, social, ético y el mejoramiento de la calidad de vida de los miembros de la comunidad.

Por consiguiente, con base en el SIPOC y tal como se muestra en la Figura 8, se tiene la representación para la unidad académica de pregrado donde se identifican los elementos principales del sistema según las nuevas exigencias y necesidades.

Con la metodología de análisis utilizada en el desarrollo del trabajo se empieza por comprender el sistema con una visión holística y en cascada que permita llegar a identificar los procesos y su secuencia en el desarrollo de las actividades de la unidad académica.

## **2.2. SIMA-PAES: SISTEMA INTEGRAL MULTI-AGENTE PARA LA GESTIÓN DE UN PROGRAMA ACADÉMICO DE INSTITUCIONES DE EDUCACIÓN SUPERIOR**

En la investigación cualitativa el análisis de datos no es secuencial a la recolección de la información sino que normalmente es simultánea, y en este caso no resulta ser la excepción, pero por efectos de organización del documento se presenta de esta manera.

Tampoco existe un proceso metodológico estándar, todo depende de lo que el investigador pretende de acuerdo con las características y naturaleza del estudio. Según (Hernández, Fernández y Baptista, 2008) el análisis de datos en la investigación cualitativa tiene entre otras características las siguientes:

- El análisis de datos busca estructurar los datos recolectados
- Comprender el contexto que rodea los datos
- Interpretar y evaluar de las unidades, categorías, temas y patrones
- Relacionar los datos con la teoría fundamentada o construir teorías
- El análisis incorpora a la información la experiencia del investigador
- Cada interpretación es particular dependiendo de la perspectiva de cada investigador

Tomando en cuenta lo anterior se continúa con el desarrollo del trabajo para la construcción del modelo.

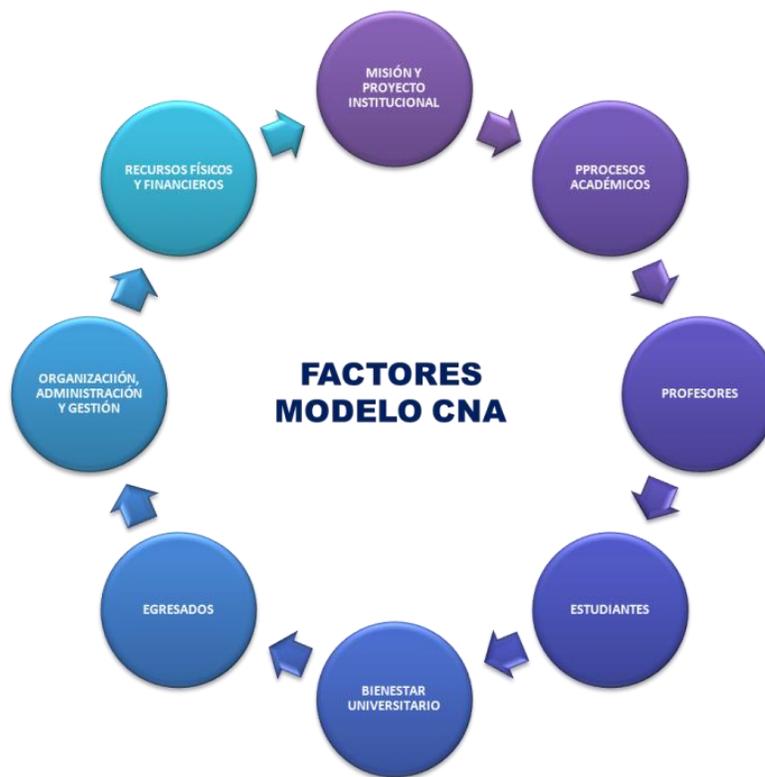
**2.2.1. Análisis de Contenido.** El análisis de contenido se define como una técnica del análisis que sirve para realizar estudios en profundidad sobre diversos materiales de comunicación (textos, escritos, cartas, programas de televisión, etc.) y obtener así información sobre el tema a estudiar.

Esta técnica de investigación ha cobrado un especial uso durante los últimos años como apoyo metodológico para investigaciones de tipo cualitativo; según Pablo Páramo (Páramo, 2008) con el análisis de contenido se realiza el estudio de las diferentes partes del documento en revisión de acuerdo con las categorías pre-establecidas.

Flory Fernández (Fernández, 2002) en su documento “Análisis de Contenido como Ayuda Metodológica para la Investigación” describe los requisitos mínimos a tener en cuenta para la definición de las categorías:

- **Pertinentes** con los propósitos de la investigación.
- **Exhaustivas** que abarque todas las sub-categorías
- **Homogéneas** o sea compuestas por elementos de igual o similar naturaleza
- **Mutuamente excluyentes** para que una unidad de análisis sea considerada en más de una sub-categoría.

Figura 9. Modelo Consejo Nacional de Acreditación



Siendo la unidad académica de pregrado el objeto de análisis para el modelamiento mediante SMA, y en consideración a que la gestión académica debe estar encaminada a

lograr la acreditación de los programas de acuerdo con el modelo de calidad definido por el Consejo Nacional de Acreditación, para el estudio de la unidad académica se aplica el análisis de contenido tomando cada uno de los factores que considera el modelo del CNA (Figura 9).

Para el estudio del modelamiento de la gestión educativa se toma como base las características de calidad establecidas en los lineamientos del CNA que son evaluados a través de criterios o indicadores para verificar el cumplimiento de cada de ellas por parte del programa académico; seguidamente mediante el enfoque sistémico se trata de comprender su comportamiento, identificar las relaciones entre las diferentes variables de los procesos y lograr el diseño de un modelo que sirva de apoyo a la gestión, e integrar las variables externas e internas de la gestión educativa para cumplir con los requerimientos de calidad.

Hay que tener presente que la caracterización de una institución de educación superior supone identificar la diversidad de factores que la componen ya sea desde el propósito misional, el modelo educativo, la participación de los diferentes actores, la organización y administración, la variedad de oferta con los respectivos requerimientos según el área de conocimiento y los niveles de formación, los contextos político-culturales y socioeconómicos particulares. Sin embargo a pesar de toda su complejidad todas tienen un propósito común: el mejoramiento de todos los procesos para alcanzar un reconocimiento de calidad.

En un principio se estudiaron los procesos para la institución y seguidamente se hizo el análisis para la unidad o programa académico; y a partir de esta caracterización de la unidad académica se efectúa un análisis detallado de los subprocesos de: docencia, investigación, extensión y bienestar universitario y con ello la identificación de las variables principales que comprenden la gestión educativa, teniendo en cuenta los lineamientos de acreditación y las variables que resulten vitales en la gestión y el logro de los objetivos misionales de la unidad académica.

Para el propósito de realizar el análisis del documento del CNA, se definen dos categorías tomando como base los procesos misionales identificados en el diagrama SIPOC. Los procesos de gestión académica y los procesos de gestión administrativa; a su vez cada uno de estos se dividen en sub-categorías, quedando de la siguiente forma:

CATEGORÍAS	SUB-CATEGORÍAS
<b>Gestión Académica</b>	Estudiantes
	Docencia
	Investigación
	Proyección Social
	Bienestar Universitario
<b>Gestión Administrativa</b>	Presupuesto
	Gestión Docente
	Recursos Educativos

Con la herramienta de análisis de contenido se identifican las variables en cada categoría y sub-categoría a partir de los Lineamientos de Acreditación de Programas del CNA, los mapas de procesos institucional y del programa, el diagrama SIPOC y en consideración a las nuevas tendencias de la educación superior que han redefinido las acciones y estrategias de las funciones sustantivas hacia una formación integral de los individuos.

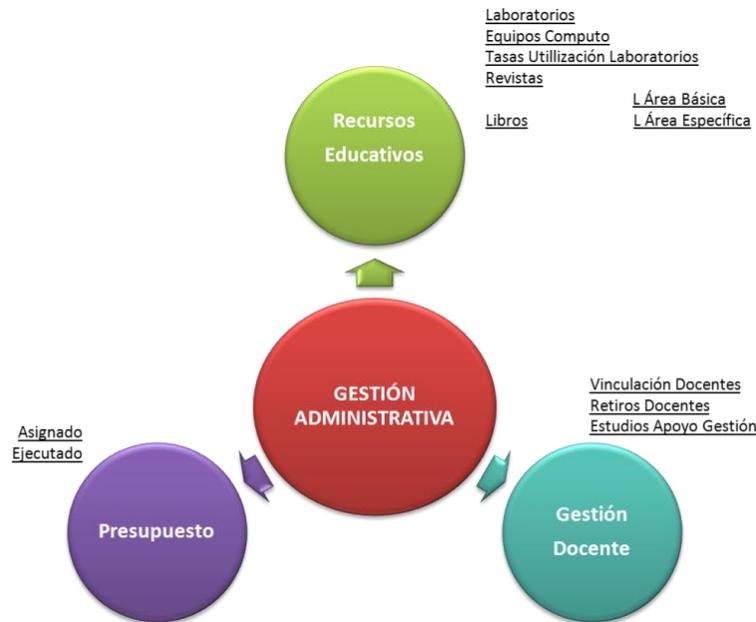
Figura 10. Variables Gestión Académica



En primera instancia se muestran en la Figura 10 las variables importantes de los procesos en la gestión académica. En ella, por las nuevas propuestas de la educación superior hacia la formación por competencias que precisa la innovación en el desarrollo de los procesos académicos, se incorpora en el quehacer de la docencia, la investigación y la extensión, el bienestar universitario como un proceso fundamental para la formación integral de las personas y su importancia en el desarrollo del ser en relación con lo ético, estético, moral, sicoafectivo, físico, cultural, etc.

De igual modo se muestran las variables que son significativas para la gestión administrativa en la unidad académica o programa de pregrado representadas en la Figura 11.

Figura 11. Variables Gestión Administrativa



Tal como se observa, los diferentes procesos y variables de la gestión de los programas académicos demuestran la complejidad del sistema; una complejidad que se evidencia en la interrelación de los diferentes procesos donde es posible encontrar estudiantes agrupados por cursos, a su vez en un mismo nivel estudiantes diferentes en cada asignatura y/o curso, y docentes y actividades diferentes, lo que hace difícil la comprensión con solo un análisis lineal de variables dependientes e independientes y exige en cambio un análisis con un modelo que considere la interdependencia entre las variables de los diferentes procesos y

subprocesos, es decir que considere la red de relaciones que pueden existir entre los diferentes elementos o variables que conforman el sistema.

**2.2.2. Análisis Estructural.** En un proceso de investigación cuantitativa los resultados u objetivos se expresan como descripciones y relaciones entre las variables; mientras que los procesos de investigación cualitativa generalmente pretenden describir sistemas complejos, y tratan de tomar de diferentes formas información y de obtener una ilustración total de acuerdo con las situaciones detectadas o las explicaciones e ilustraciones de las personas involucradas.

El análisis estructural tiene sus principios en el enfoque sistémico, donde los primeros indicios de trabajos con modelos sobre dinámicas industriales desarrollados por Jay Forrester se constituyen en los fundamentos que años más tarde en 1980, les sirve a Godet y Duperrin para que propongan el método para describir mediante una matriz los componentes del sistema, que desde entonces ha tenido numerosas aplicaciones (Arcade, Godet, Meunier y Roubelat, 2004).

El análisis estructural comprende varias etapas que comienza con un análisis exhaustivo para la identificación y descripción de las variables que permitan la abstracción de la realidad en estudio; seguidamente se realiza la calificación de cada variable a partir de su relación con las demás variables y de éstas con cada variable contrastándolas por parejas de variables; esto es, la relación de cada variable  $i$  con cada variable  $j$ . Finalmente se encuentran las variables consideradas esenciales o claves que reduzca la complejidad del sistema utilizando el método MICMAC.

**2.2.2.1. Fases del Análisis Estructural.** Mediante el análisis estructural se muestran los elementos de un problema y se establecen las relaciones entre las variables del sistema a partir del principio de que una variable existe gracias a las relaciones que tiene con las demás variables del sistema (Toro, 2003). Consiste en determinar la fuerza con que cada variable influye sobre las otras (motricidad) y el peso que tiene el sistema mismo sobre cada variable (dependencia).

De este modo en primera instancia una vez se tienen las variables de los diferentes procesos de los programas académicos a partir del análisis de contenido sobre los Lineamientos de Acreditación definidos por el CNA y, validadas en consenso gracias al conocimiento de los expertos que participaron en el análisis y que se desempeñan en el área académico-administrativa en cargos de dirección de programas académicos del área de la ingeniería y

otros que tienen participación como actores destacados en procesos de la gestión educativa, la experiencia profesional en el área de quien realiza el estudio y con el uso de la aplicación software MICMAC, identificar las variables críticas y los parámetros más sensibles a partir de sus efectos directos e indirectos en la gestión de la unidad académica.

El documento sobre “Los Lineamientos para la Acreditación” declara que las variables del modelo de autoevaluación pueden ser definidas por cada institución o programa, brindando de esta manera al modelo la flexibilidad para su aplicación, al tener en cuenta las características particulares de los programas dada la pluralidad de oferta aún en una misma área de conocimiento.

Por ende, teniendo presente estas diferencias en la gestión educativa de los programas académicos se conformó el grupo que participaría en esta fase del estudio integrado por los directores de los programas de la institución universitaria Fundación Universitaria Tecnológico Comfenalco de las distintas especialidades del área de la ingeniería: Tecnología e Ingeniería Ambiental, Tecnología en Producción Industrial e Ing. Industrial, Tecnología en Control de Calidad, Tecnología e Ingeniería de Sistemas, Tecnología en Instrumentación Industrial y Tecnología en Operaciones de Planta, y dos coordinadores de investigación de los programas de Ingeniería Industrial y Tecnología en Producción Industrial (Anexo A).

El trabajo con los expertos se realizó en varias sesiones, donde en la primera reunión se manifestó el propósito del trabajo y la metodología a seguir en el proceso de definición, descripción y calificación de las variables que caracterizan el sistema. En esta etapa se tienen en cuenta las variables identificadas y contenidas en los lineamientos de acreditación que son revisadas y corregidas por el grupo, para finalmente completar la matriz de relaciones directas con la escala de calificación establecida para determinar la influencia/dependencia de cada variable sobre el sistema.

Para la realización del estudio se llevaron a cabo las siguientes fases:

- **Listado de variables.** Se define en primera instancia el alcance del estudio y la identificación de las variables y/o factores (externos o internos) que caracterizan al sistema. A partir del análisis y estudio de los procesos y subprocesos de la unidad académica, de las variables o factores por evaluar según los lineamientos para la acreditación de programas de pregrado realizado y extraídos mediante el análisis de contenido, y con los aportes y opiniones de expertos en el tema se determinaron las variables del sistema que se muestran en la tabla 2.

Tabla 2. Variables del Programa Académico de Pregrado

<b>VARIABLES</b>	<b>V</b>	<b>DEFINICIÓN</b>	<b>TEMA</b>
<b>Aspirantes</b>	A1	Personas que muestran interés por ingresar al programa de Formación	Estudiantes
<b>Inscritos</b>	A2	Aspirantes que inician su proceso de admisión al programa de formación	Estudiantes
<b>Reingresos</b>	A3	Estudiantes que después de un período de inactividad continúan su proceso de formación	Estudiantes
<b>Transferencias</b>	A4	Estudiantes de otras instituciones que solicitan ser admitidos en el programa académico	Estudiantes
<b>Egresados</b>	A5	Estudiantes que culminan su proceso de formación en el programa académico	Estudiantes
<b>Estudiantes Matriculados</b>	A6	Estudiantes registrados financiera y académicamente en el programa de formación	Estudiantes
<b>Deserción</b>	A7	Estudiantes que abandonan el proceso de formación	Estudiantes
<b>Graduados</b>	A8	Egresados que luego de cumplir y aprobar todos los requisitos obtienen su certificado o título profesional	Estudiantes
<b>Estudiantes Semilleros</b>	A9	Estudiantes que participan en proyectos de investigación	Investigación
<b>Proyectos Investigación</b>	A10	Total Proyectos de Investigación	Investigación
<b>Proyectos Aula</b>	A11	Número de Proyectos de Aula durante el período académico	Investigación
<b>Docentes Dedicación Investigación</b>	A12	Docentes Dedicación en Investigación	Investigación
<b>Docentes Cátedra Investigación</b>	A13	Docentes Cátedra en Investigación	Investigación
<b>Horas Investigación</b>	A14	Total horas de Investigación	Investigación
<b>Eventos Investigación</b>	A15	Número de Eventos en los que participa el programa en el período	Investigación
<b>Publicaciones Investigación</b>	A16	Número de publicación de investigación	Investigación
<b>Docentes Dedicación</b>	A17	Total docentes con vinculación de dedicación	Docencia
<b>Docentes Cátedra</b>	A18	Total docentes con vinculación horas cátedra	Docencia
<b>Horas Docencia</b>	A19	Total horas de docencia Docentes de Dedicación	Docencia
<b>Horas Tutorías:</b>	A20	Horas de atención a Estudiantes para acompañar el proceso de Formación	Docencia
<b>Docentes Formación Posgrados</b>	A21	Número de docentes con título de posgrado	Docencia
<b>Docentes Capacitación</b>	A22	Número de docentes realizan capacitación o actualización Período	Docencia
<b>Estudiantes Extensión</b>	A23	Estudiantes que participan en proyectos de extensión del programa	Extensión
<b>Proyectos Extensión</b>	A24	Total Proyectos de Extensión	Extensión
<b>Convenios, Alianzas</b>	A25	Número de convenios, Alianzas	Extensión
<b>Horas Extensión</b>	A26	Total de horas dedicadas a extensión social	Extensión

<u>VARIABLES</u>	<u>V</u>	<u>DEFINICIÓN</u>	<u>TEMA</u>
<b>Publicaciones Extensión</b>	A27	Total de horas dedicadas por el programa a proyectos de extensión social	Extensión
<b>Eventos Extensión</b>	A28	Asistencia a eventos relacionados con los proyectos de extensión social durante el período académico	Extensión
<b>Consultorías, Asesorías</b>	A29	Número de Consultorías, Asesorías del Programa	Extensión
<b>Docentes Dedicación Extensión</b>	A30	Docentes Dedicación vinculados a Extensión	Extensión
<b>Docentes Cátedra Extensión</b>	A31	Docentes Cátedra vinculados a Extensión	Extensión
<b>Diplomados</b>	A32	Número de diplomados ofertados por el Programa	Extensión
<b>Seminarios y Cursos</b>	A33	Número de Seminarios y Cursos ofertados por el programa	Extensión
<b>Docentes Pasantías</b>	A34	Número de Docentes en Pasantías	Extensión
<b>Estudios Impacto</b>	A35	Número de Proyectos sobre Impacto de Egresados durante los últimos 5 años	Extensión
<b>Convenios, Alianzas Extensión</b>	A36	Número de convenios, Alianzas para Extensión	Extensión
<b>Estudiantes Practica</b>	A37	Número de Estudiantes vinculados a Practicas	Extensión
<b>Docentes Dedicación Actividades Bienestar</b>	A38	Docentes Dedicación vinculados a actividades de Bienestar Universitario	Bienestar
<b>Docentes Cátedra Actividades Bienestar</b>	A39	Docentes Cátedra vinculados a actividades de Bienestar Universitario	Bienestar
<b>Estudiantes Bienestar</b>	A40	Número de Estudiantes que participan en las actividades de Bienestar Universitario	Bienestar
<b>Programas, Proyectos Bienestar</b>	A41	Programas, Proyectos de Bienestar en los que participa el programa	Bienestar
<b>Estudios Necesidades Bienestar</b>	A42	Estudios de Necesidades de Bienestar Universitario para el programa realizados en los últimos 5 años	Bienestar
<b>Actividades de Bienestar</b>	A43	Número de actividades en las que participa el programa	Bienestar
<b>Libros Área Específica</b>	A44	Libros del Área Básica que existen para el programa	Gestión
<b>Libros Área Básica</b>	A45	Libros del Área Específica que existen para el programa	Gestión
<b>Revistas</b>	A46	Revistas que existen para el programa	Gestión
<b>Estudiantes Laboratorios</b>	A47	Uso de los laboratorios	Gestión
<b>Equipos de Computo</b>	A48	Número de equipos de computo	Gestión
<b>Estudios Apoyo Gestión</b>	A49	Número de estudios de apoyo a la gestión realizados durante los últimos 5 años	Gestión
<b>Docentes Nuevos Contratados:</b>	A50	Número de Docentes Contratados en el periodo	Gestión
<b>Presupuesto Asignado</b>	A51	Total de Presupuesto asignado	Gestión

Fuente: Construcción propia

- **Descripción de la relación entre las variables.** Con las variables del sistema se construye la matriz de impactos cruzados que consiste en una matriz con las variables en el mismo orden en las filas (i) que en las columnas (j), y se califica la influencia de cada variable i sobre cada variable j de acuerdo con la valoración abajo señalada. La calificación asignada a través de consenso por el grupo de expertos se muestra en el Anexo B, Matriz De Análisis Estructural - Unidad Académica de Programa de Pregrado:

- 0: Ninguna influencia. Cuando la variable i no tienen ninguna influencia sobre la variable j.
- 1: Influencia débil. La variable i tiene una incidencia débil sobre la variable j.
- 2: Influencia media. La variable i incide de forma importante sobre la variable j.
- 3: Influencia fuerte. La variable i es determinante e incide de manera directa sobre la variable j.
- P: Influencia potencial.

Es en esta fase donde se verifican las ventajas del análisis estructural y la matriz de impactos cruzados al tomar en consideración factores cualitativos, y la reflexión colectiva para consensuar con los participantes la ponderación de las relaciones entre las variables.

- **Identificación de las variables claves.** Una vez calificada cada variable en relación con las demás, se importan estos valores al software MICMAC diseñado por LIPSOR (Laboratoire d'Investigation en Prospective, Stratégie et Organisation), 3IE (Institut d'Innovation Informatique pour l'entreprise), EPITA (Ecole pour l'Informatique et les Techniques Avancées), para la obtención de los resultados y su posterior análisis.

Durante la etapa de análisis se debe tener presente que la influencia directa de una variable se establece por la relación de la variable (i) que corresponde a la fila sobre todas las variables (j) de las columnas y determina la influencia de esta variable sobre las demás; del mismo modo, desde una variable (j) se establece la dependencia de ésta en relación con las otras variables.

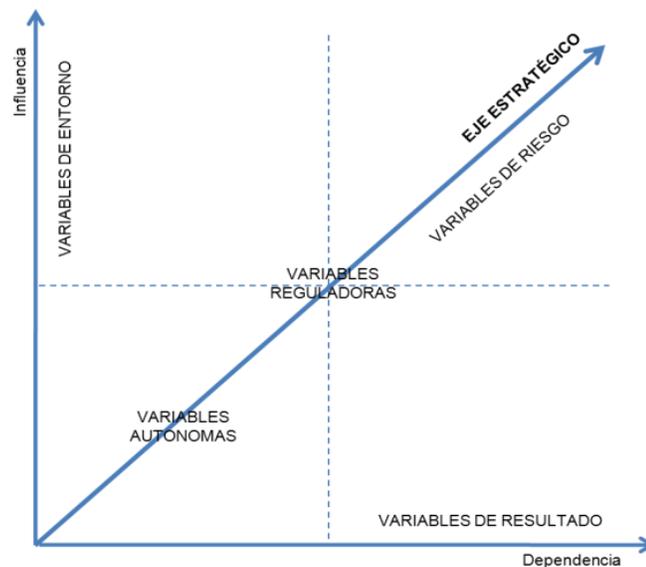
Una vez se ha rellenado la matriz se determina la motricidad y la dependencia de cada variable; de esta manera la causalidad que una variable ejerce sobre las demás se denomina motricidad y se obtiene sumando las filas; y el impacto que las diferentes variables tienen sobre una variable se denomina dependencia y resulta de la suma de las columnas.

De igual modo las relaciones causales entre las variables pueden ser directas cuando la influencia de una variable sobre otra se da sin intermediación de alguna otra variable. En el caso de que exista intervención de una o más variables se considera que la influencia es indirecta. Es por esto que con el propósito de identificar esas influencias indirectas Godet diseñó la técnica MICMAC.

Dado que la influencia directa ejercida por una variable puede limitarse sólo a algunas variables del sistema; y así mismo que éstas a su vez pueden ser altamente fuertes para el sistema; es conveniente entonces, evaluar no solo las relaciones directas sino también las influencias indirectas que provocan las diferentes interrelaciones en el sistema.

**2.2.2.2. Resultados del Análisis Estructural.** Para Michel Godet la interpretación del gráfico de influencia-dependencia en el análisis estructural MICMAC obedece a la distribución de las variables de acuerdo con la disposición en el plano cartesiano ilustrada en la Figura 12, y a la función que desempeñen en relación con su grado de motricidad y de dependencia (Godet, 1995. En: Guzmán et al, 2005).

Figura 12. Variables Gráfico Influencia-Dependencia



Los resultados permitirán identificar las variables esenciales de la unidad académica de la dirección de un programa, y entre las cuales se identifican:

**Variables de Entorno o Variables de Entrada:** Variables que tienen la más alta influencia (motricidad) y la más baja dependencia. Como tal tienen una gran influencia por tanto, cualquier cambio tiene efectos sobre el sistema.

**Variables de Riesgo o Variables de Enlace:** Tienen alta motricidad y alta dependencia. Son a la vez altamente dependientes y vulnerables. Sus variaciones tendrán consecuencias en el sistema.

**Variables de Resultado o Variables de Salida:** Tienen poca motricidad y alta dependencia. Son producto (consecuencia) de las variables anteriores.

**Variables Autónomas:** Son variables que no influyen y tienen poca dependencia en el sistema.

**Variables Reguladoras:** Se ubican en el centro del plano y representan variables medianamente dependientes e influyentes. Son “llaves de paso” para la evaluación y el cumplimiento de los objetivos de las variables de riesgo (Ballesteros y Ballesteros, 2008).

Las características iniciales del sistema según el análisis estructural se resumen de acuerdo con los siguientes resultados:

INDICATEUR	VALEUR
Taille de la matrice	51
Nombre d'itérations	4
Total	762
Taux de remplissage	29,29642%

Fuente: Software MICMAC

Puntaje total de movilidad del sistema (motricidad / dependencia) = 762

La tasa de relleno (Taux de Remplissage) hace referencia a la relación de influencia directa entre una variable  $i$  y la variable  $j$  que se pueden calificar de nula (0), débil (1), media (2), fuerte (3) y potencial (p). Según la experiencia una tasa de relleno normal, esto es distinta de cero está entre el 20 y el 30%. Los resultados arrojados para este caso indican una tasa de relleno de movilidad y dependencia de 29.296%, la cual se encuentra dentro del intervalo admitido.

A continuación se revisarán los resultados arrojados por el software sobre las relaciones directas e indirectas de las variables con el fin de establecer cuáles por su influencia y dependencia afectan al sistema en estudio.

Tabla 3. Orden de las Variables por Influencia/Dependencia Directas e Indirectas

<u>V</u>	Influencia Directa	<u>V</u>	Dependencia Directa	<u>V</u>	Influencia Indirecta	<u>V</u>	Dependencia Indirecta
A6	618	A6	682	A6	543	A6	536
A51	573	A11	464	A17	489	A11	476
A17	564	A51	454	A51	462	A10	393
A24	445	A10	418	A7	384	A8	345
A7	418	A7	409	A24	377	A7	325
A10	418	A8	373	A11	371	A24	325
A11	363	A24	354	A10	371	A51	320
A21	354	A5	282	A23	334	A20	308
A23	354	A9	263	A21	315	A9	279
A9	309	A23	236	A9	285	A5	265
A8	291	A20	227	A8	276	A23	262
A5	272	A29	227	A5	249	A17	247
A12	254	A36	227	A18	234	A18	239
A18	245	A14	218	A20	233	A14	236
A26	245	A26	218	A12	225	A36	230

Fuente: Resultados Software MICMAC

En la Tabla 3 se muestran los puntajes de las variables, arrojados por el software MICMAC, y que según la Figura 13, determinan las variables con mayor motricidad, es decir las variables que tienen mayor influencia directa:

- A6: Estudiantes Matriculados
- A51: Presupuesto Asignado
- A17: Docentes Dedicación
- A24: Proyectos Extensión
- A7: Deserción
- A10: Proyectos Investigación
- A11: Proyectos Aula

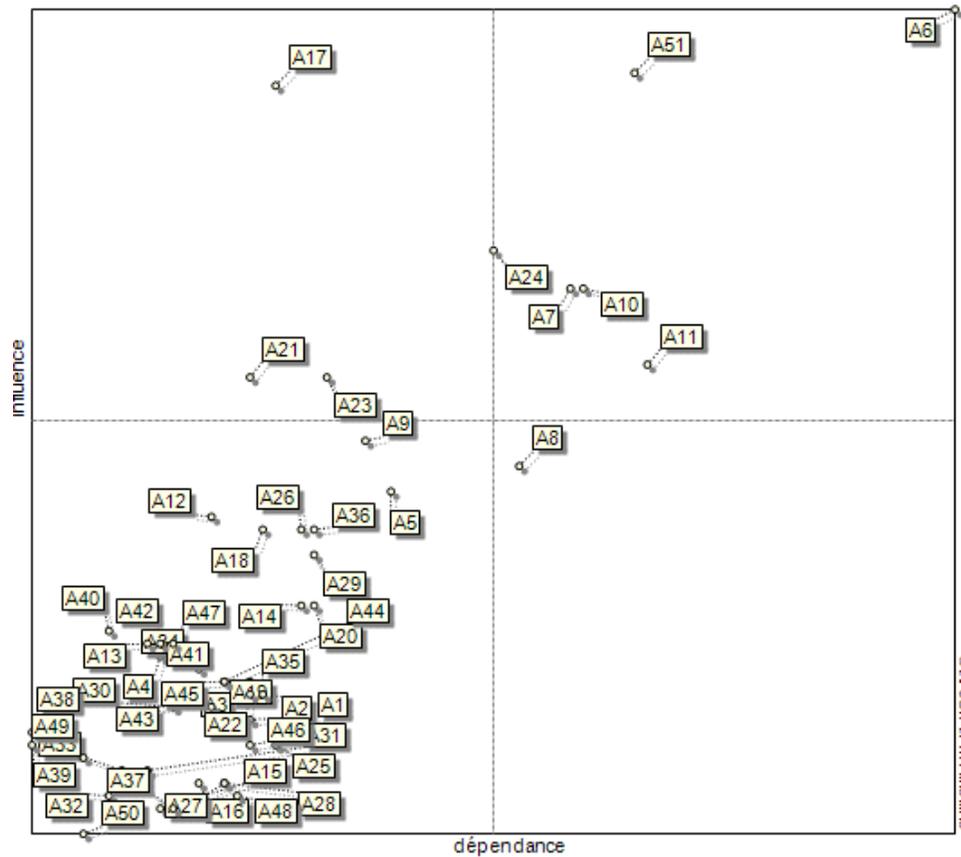
De igual modo, las variables con mayor dependencia directa son:

- A6: Estudiantes Matriculados
- A11: Proyectos Aula

- A51: Presupuesto Asignado
- A10: Proyectos Investigación
- A7: Deserción
- A8: Graduados

De acuerdo a lo anterior, las variables A6, A51, A10, A11, y A7 están tanto en el grupo de mayor motricidad como en el de mayor dependencia.

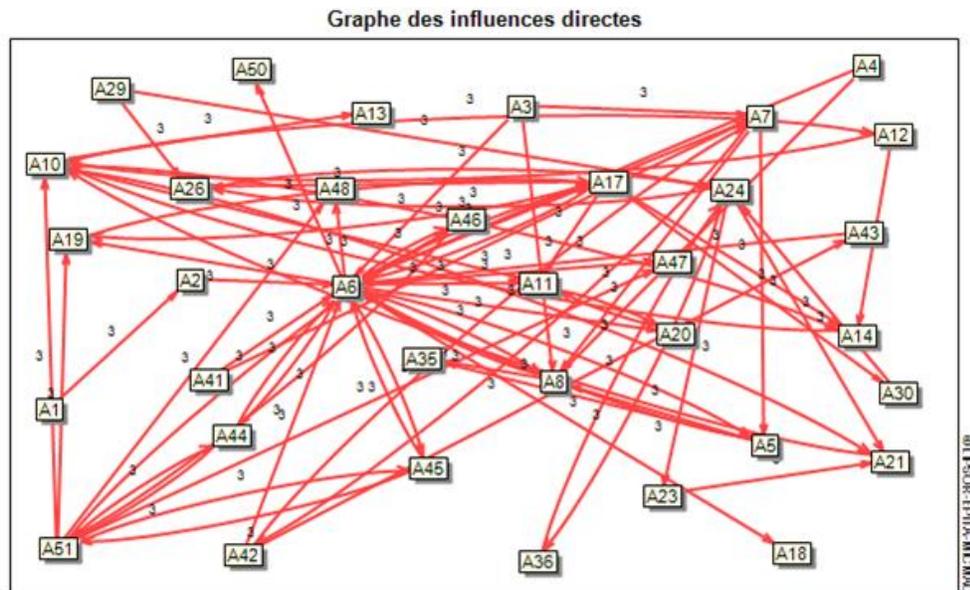
Figura 13. Resultados Gráfico Influencia-Dependencia Directas  
Plan des influences / dépendances directes



Fuente Software MICMAC

Igualmente, los resultados arrojados por el software y presentados en la Figura 13 permiten concluir que el sistema que se estudia es moderadamente estable; donde la mayoría de las variables se sitúan en el cuadrante de menor dependencia y menor influencia. Se resalta la ubicación en el área de mayor dependencia y mayor influencia de la variable A6 (Estudiantes Matriculados), así como la variable A8 (Graduados) que se ubica en la sección de mayor dependencia y menor influencia, correspondiente al cuadrante de las variables consecuencias o salidas del sistema.

Figura 14. Gráfico de Influencias Directas



Fuente Software MICMAC

De otro lado, en la Figura 14 correspondiente al gráfico de influencias directas muestran las relaciones entre las variables que conforman la gestión en la dirección de un programa académico y evidencian las relaciones de convergencia.

Como ya se mencionó, luego que sea procesada la información en el software MICMAC, se pueden identificar las relaciones indirectas de las variables que se determinan una vez se alcance la estabilidad para el sistema en estudio; la cual en este caso se consigue luego cuatro interacciones. Estas interacciones se dan por la multiplicación de la matriz tantas veces tales que se mantengan constantes los porcentajes de motricidad y de dependencia para obtener de esta forma las relaciones de influencia- dependencia indirectas.

Las variaciones encontradas entre las gráficas de influencia-dependencia directas y la de influencia-dependencia indirectas corresponden a los desplazamientos que se pueden dar en las variables del sistema una vez llegue a su estado estable.

De la matriz de influencias indirectas (Anexo C) se obtienen las variables más importantes para el sistema en estudio que se ratifican con los gráficos de las Figuras 15 y 16:

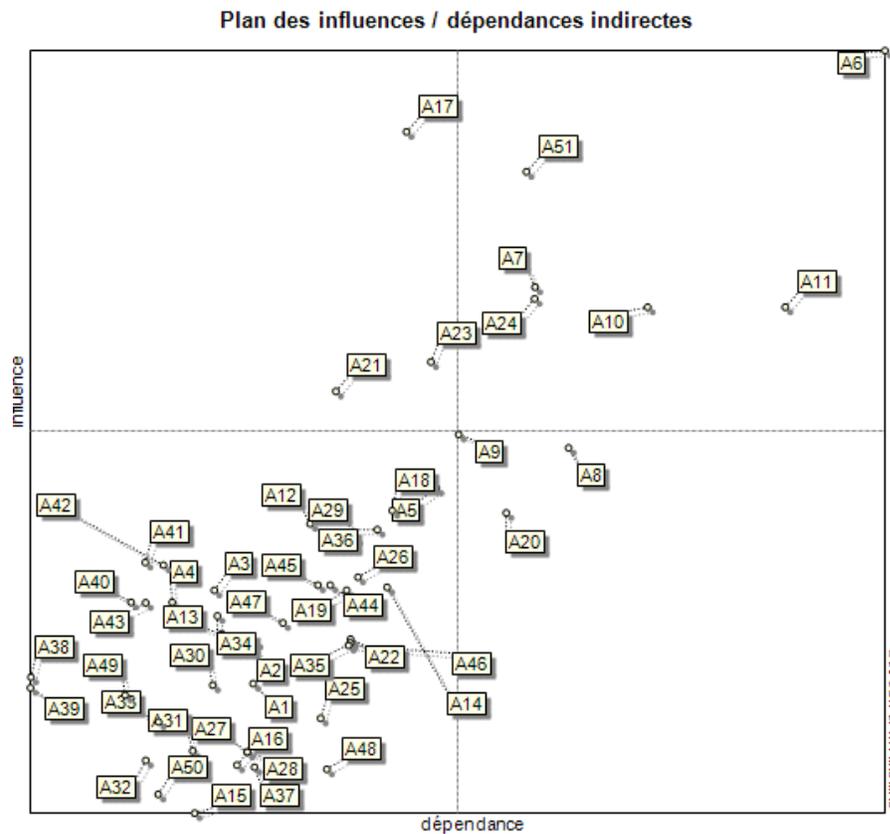
Variables Dependientes

A6	A11	A10	A8	A7	A24	A51
37286712	33100016	27328428	24010427	22600097	22581228	22237850

Variables Influyentes

A6	A17	A51	A24	A11	A10	A23
37768237	33980679	32116248	26734659	25800106	25797843	23240321

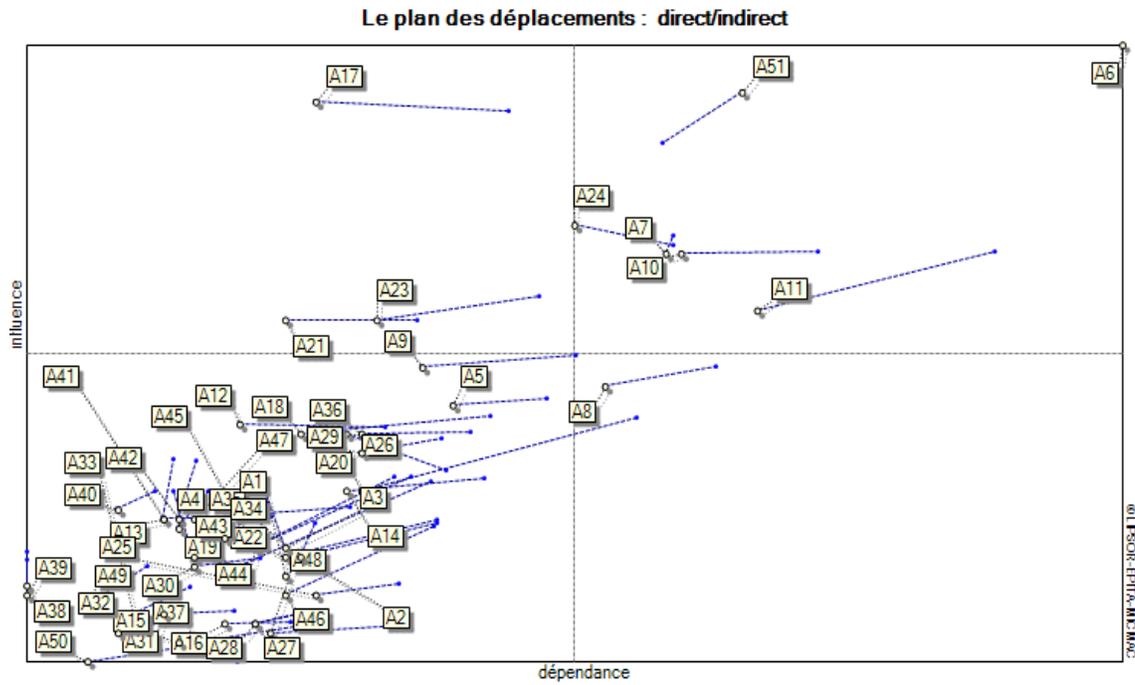
Figura 15. Resultados Gráfico Influencia-Dependencia Indirectas



Fuente Software MICMAC

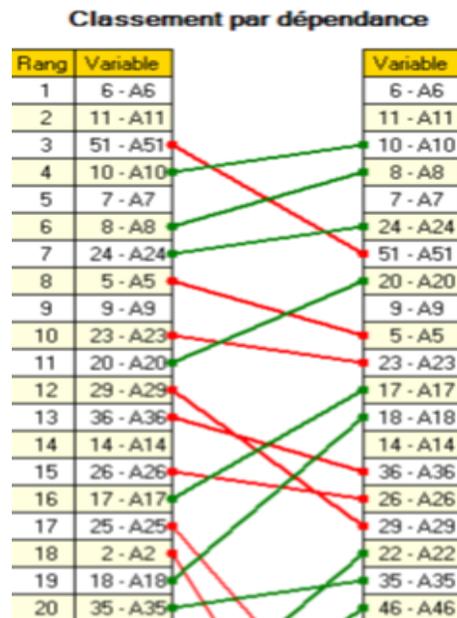
Los gráficos que suministra el software y que corresponden a las figuras 17 y 18 confirman la información presentada en la tabla 3 sobre las Influencias/Dependencias Directas e Indirectas.

Figura 16. Resultados Gráfico Desplazamientos Influencia-Dependencia Directas-Indirectas



Fuente Software MICMAC

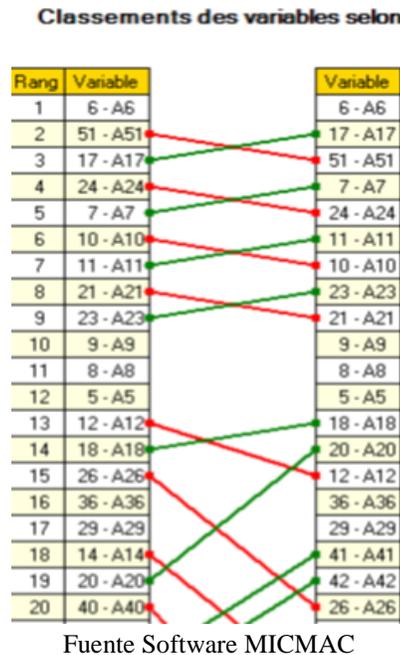
Figura 17. Desplazamientos de las Variables dependientes



Fuente Software MICMAC

Aquí se observa que pesar de que existe un comportamiento más o menos estable en las diferentes variables; es posible sin embargo, encontrar en relación a la dependencia (Ver Figura 17) que la variable A20 (Horas Tutorías) pasa del puesto 11 al 8; de igual modo las variables A10 (Proyectos de investigación) y A24 (Proyectos de extensión) ascienden en la escala, lo que significa que estas variables en el futuro, se harán más dependientes en el sistema.

Figura 18. Desplazamientos de las Variables Influyentes

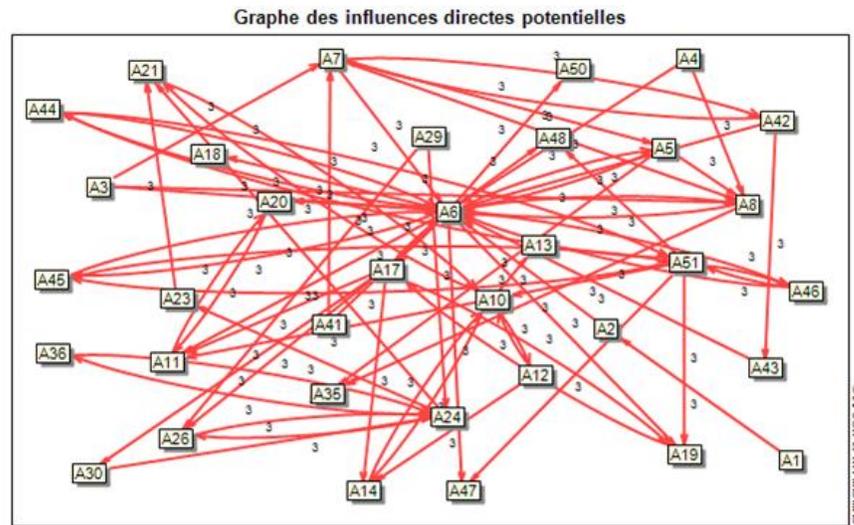


En los desplazamientos de la influencia (Figura 18) la variable A20 (Horas Tutorías) pasa del puesto 19 al 14, corroborándose su importancia en el sistema; situación ésta que puede variar considerándose la institución y su modelo pedagógico, por tratarse de una estrategia pedagógica empleada para la formación integral basada en proyectos.

En el caso de la variable A17 (Docentes Dedicación) como lo muestra la Figura 17 de desplazamientos de la dependencia, pasa del puesto 16 al 12 y en la de influencia (Figura 18) pasa del puesto 3 al 2, ratificando su importancia en el sistema.

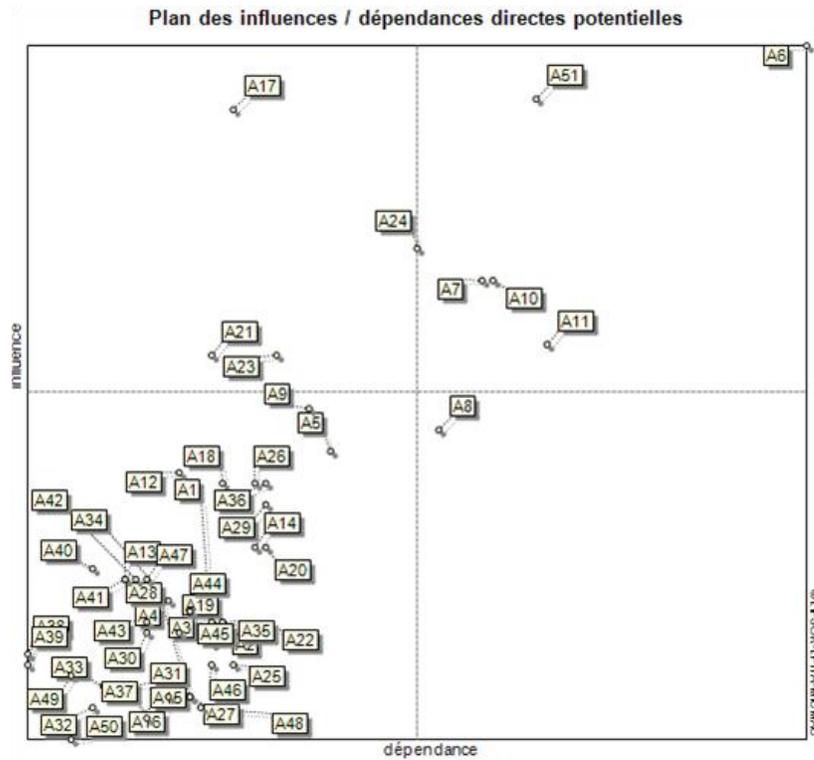
Un comportamiento similar se da para la variable A8 (Graduados) que pasa del puesto 6 al 4 reiterando igualmente su importancia y dependencia en el desarrollo del sistema.

Figura 19. Gráfico de Influencias Directas Potenciales



Fuente Software MICMAC

Figura 20. Resultados Gráfico Influencia-Dependencia Directas Potenciales



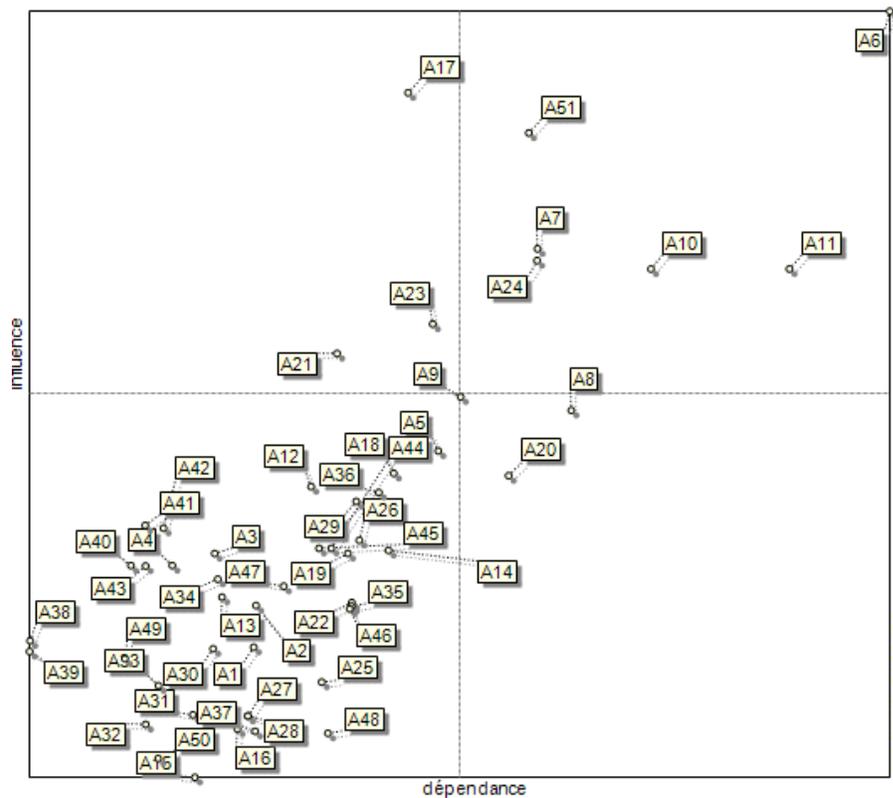
Fuente Software MICMAC

En cambio la variable A51 (Presupuesto Asignado) se traslada del puesto 3 al 7 revelando a futuro la disminución en la dependencia de esta variable; de igual modo, el desplazamiento de la influencia cambia del puesto 2 al 3, sin embargo, dada la importancia que tiene la gestión del presupuesto para la dirección de programa, los resultados mostrados previenen sobre las acciones a emprender en ese sentido.

De igual manera, con el fin de verificar si a futuro pueden existir variables que generen nuevas relaciones que en primera instancia no se determinaron, se revisan los resultados que MICMAC arroja para encontrar las relaciones directas e indirectas potenciales entre las variables.

Los resultados del software MICMAC para esta parte del análisis se muestran en las Figuras 19, 20 y 21 donde las relaciones influencias/dependencias potenciales directas e indirectas resultantes identifican la influencia que una variable debiera tener sobre otra variable a nivel del deber ser.

Figura 21. Resultados Gráfico Influencia-Dependencia Indirectas Potenciales  
Plan des influences / dépendances indirectes potentielles



Fuente Software MICMAC

Por tanto, de acuerdo con los resultados de la tabla 4 se tienen las variables potenciales que debieran ser más influyentes y dependientes para el sistema, que en su orden son: A6 (Estudiantes Matriculados), A11 (Proyectos Aula), A51 (Presupuesto Asignado), A17 (Docentes Dedicación), A10 (Proyectos Investigación), A7 (Deserción).

Tabla 4. Orden de las Variables por Influencia/Dependencia Potenciales Directas e Indirectas

<b><u>V</u></b>	<b>Influencia Directa Potencial</b>	<b><u>V</u></b>	<b>Dependencia Directa Potencial</b>	<b><u>V</u></b>	<b>Influencia Indirecta Potencial</b>	<b><u>V</u></b>	<b>Dependencia Indirecta Potencial</b>
<b>A6</b>	618	<b>A6</b>	682	<b>A6</b>	543	<b>A6</b>	536
<b>A51</b>	573	<b>A11</b>	464	<b>A17</b>	489	<b>A11</b>	476
<b>A17</b>	564	<b>A51</b>	454	<b>A51</b>	462	<b>A10</b>	393
<b>A24</b>	445	<b>A10</b>	418	<b>A7</b>	384	<b>A8</b>	345
<b>A7</b>	418	<b>A7</b>	409	<b>A24</b>	377	<b>A7</b>	325
<b>A10</b>	418	<b>A8</b>	373	<b>A11</b>	371	<b>A24</b>	325
<b>A11</b>	363	<b>A24</b>	354	<b>A10</b>	371	<b>A51</b>	320
<b>A21</b>	354	<b>A5</b>	282	<b>A23</b>	334	<b>A20</b>	308
<b>A23</b>	354	<b>A9</b>	263	<b>A21</b>	315	<b>A9</b>	279
<b>A9</b>	309	<b>A23</b>	236	<b>A9</b>	285	<b>A5</b>	265
<b>A8</b>	291	<b>A20</b>	227	<b>A8</b>	276	<b>A23</b>	262
<b>A5</b>	272	<b>A29</b>	227	<b>A5</b>	249	<b>A17</b>	247
<b>A12</b>	254	<b>A36</b>	227	<b>A18</b>	234	<b>A18</b>	239
<b>A18</b>	245	<b>A14</b>	218	<b>A20</b>	233	<b>A14</b>	236
<b>A26</b>	245	<b>A26</b>	218	<b>A12</b>	225	<b>A36</b>	230

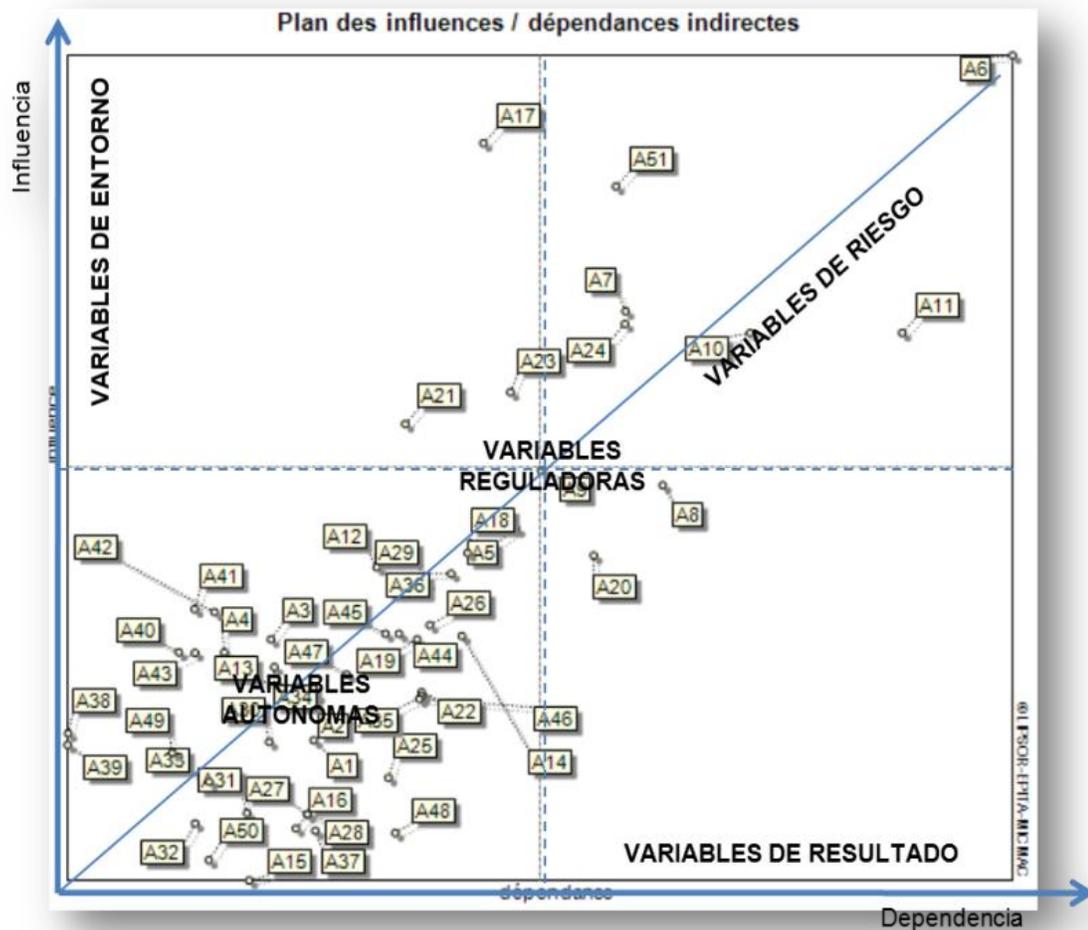
Fuente: Resultados Software MICMAC

Por último en las Figuras 22 y 23 se presentan las variables claves para un programa académico que serán relevantes para el modelo y que se extraen de las influencias y dependencias indirectas.

Con los resultados se puede concluir que para el sistema evaluado y, acorde con las variables de riesgo, existe un proceso de formación basado en proyectos (proyectos de aula y proyectos de investigación) que confirma el fin del modelo pedagógico de la institución caso de estudio de lograr su propósito de formación integral alrededor de los proyectos. Existiendo además unos elementos puntuales a tener en cuenta como son el número de estudiantes matriculados, el presupuesto y la deserción.

En la parte superior izquierda zona de alta influencia o motricidad y baja dependencia encontramos la variable A17 (Docentes de dedicación) que ratifica la alta influencia que tienen los docentes sobre el sistema y muy especialmente sobre el logro de los objetivos de las variables de riesgo, en especial sobre los proyectos, y en el desarrollo de estrategias que incidan sobre la disminución de los niveles de deserción.

Figura 22. Variables Claves de la Unidad Académica



Fuente Software MICMAC

Aunque existe un número considerable de variables autónomas en el sistema, éste está bien descrito; a pesar de ser variables que tienen poca motricidad y baja dependencia no quiere decir que no sean importantes en el sistema, sino que las acciones que se tomen

sobre ellas no reflejarán los mismos cambios que para las otras variables de la unidad en estudio; por consiguiente, los esfuerzos se deberían enfocar mejor hacia otras variables.

Las variables reguladoras ubicadas en el centro del sistema admiten en este caso, que es posible al mismo tiempo mostrar cómo se regula el sistema por la participación de los estudiantes en actividades extracurriculares y en los semilleros, por las tutorías que hacen posible que se puedan llevar a cabo los proyectos de aula, y por los docentes de cátedra que deben vincularse al proceso formativo integral. Revelando por tanto, la importancia de estas variables en los resultados de las variables de riesgo.

Figura 23. Variables Relevantes del Programa Académico



Un resultado importante que se observa en la Figura 22, es la ubicación sobre la diagonal en su punto más lejano del origen de la variable A6 (Estudiantes Matriculados) que la identifica como una variable estratégica para la unidad académica, lo que significa que las acciones o decisiones que se propongan desde la dirección del programa serán importantes por los efectos que tengan, no solo sobre la variable, sino sobre las variables que de manera indirecta se relacionan con ella.

La variable de resultado ubicada en la zona de baja influencia y alta dependencia se relaciona con la evolución del sistema y los resultados por lograr, relacionada con la variable A8 (Graduados) lo cual ratifica el objetivo de la institución y de la unidad académica para lograr su propósito de culminar el proceso de formación.

Los resultados del análisis estructural confirman la incidencia del comportamiento de las variables más relevantes del sistema que serán tenidas en cuenta en el desarrollo del modelo de multiagentes; queda por resaltar además, la importancia de disponer de información sobre el comportamiento de las variables que puedan incidir de modo importante en el futuro sobre la gestión del programa académico, para orientar las acciones que se requieran en cada caso.

### **2.3. ARQUITECTURA, DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL MODELO**

La utilización de agentes ha permitido la construcción de aplicaciones que facilitan la gestión inteligente de sistemas complejos con la coordinación de los distintos subsistemas y la integración de sus objetivos particulares en pro de los objetivos generales. En ese sentido los resultados obtenidos con los SMA en múltiples aplicaciones para procesos industriales han brindado buenas opciones para el modelamiento en el análisis de problemas o la toma de decisiones.

El objetivo de este trabajo es proporcionar un entorno que permita el modelado e implementación de una aplicación para un sistema como el de una institución de educación superior que facilite a los directores de una unidad académica de un programa de pregrado del área de la ingeniería, disponer de una herramienta de apoyo en la toma de decisiones para una gestión eficiente y oportuna encaminada al cumplimiento de la calidad de acuerdo con los lineamientos de acreditación para programas de pregrado definidos por el Ministerio de Educación.

Una de las responsabilidades de los programas académicos es el desarrollo de un currículo de tal forma que se garantice la excelencia disciplinaria o de la formación profesional dentro de una perspectiva integral conforme a las tendencias del conocimiento según el área o la disciplina de que se trate, las directrices del proyecto educativo de la institución, los requerimientos del sector productivo y las exigencias del organismo gubernamental rector de la educación.

Por tanto la gestión educativa de los programas académicos debe ser integral y coherente con los objetivos, acciones y prioridades que permita a todos alcanzar los resultados esperados.

No cabe duda que hoy la toma de decisiones en la gestión de las unidades académicas que se relacionan con los programas académicos se vuelve más compleja como consecuencia del importante número de variables que forman parte del proceso gerencial educativo y que exige disponer de un proceso estructurado para una gestión sistémica que le garantice lograr los niveles de calidad esperados.

Por eso el conocimiento del sistema y sus variables más influyentes ayuda a una mejor identificación de los agentes del modelo de SIMA-PAES para la gestión de los programas académicos en la educación superior.

Figura 24. Diagrama Objetivos del Programa Académico

### OBJETIVOS DE LA GESTIÓN DEL PROGRAMA ACADÉMICO

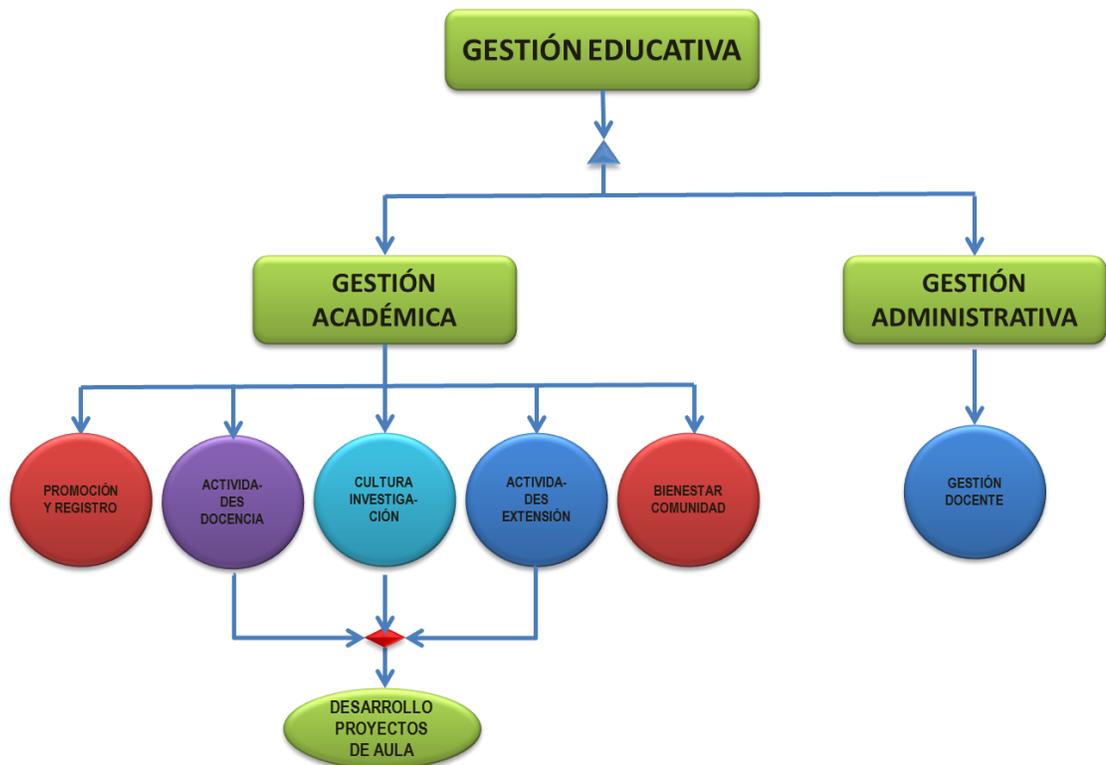
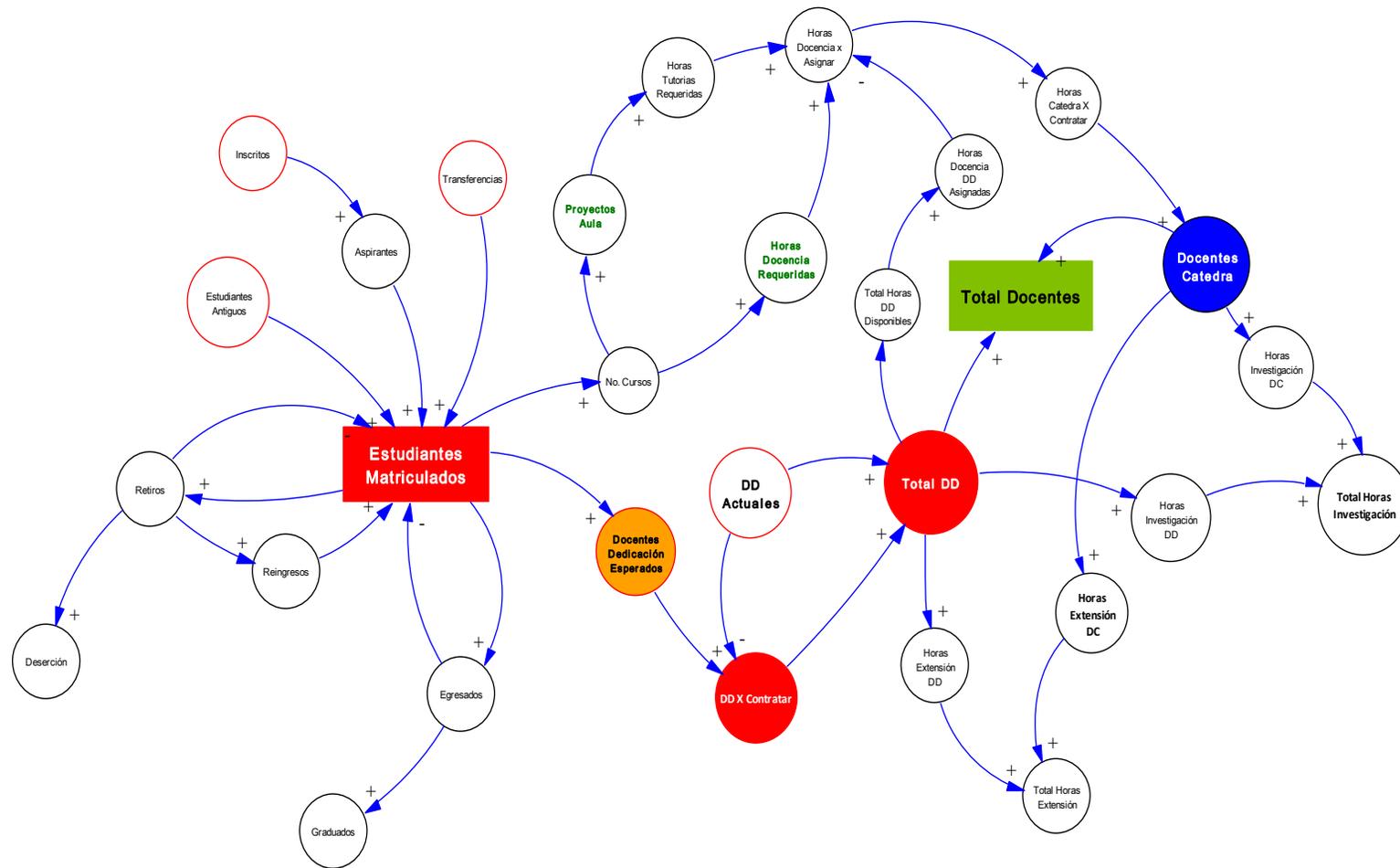


Figura 25. Diagrama de Influencia de la Gestión Educativa de un Programa Académico



La fase de análisis y diseño del SMA parte de la representación de los objetivos o propósitos de la unidad académica en el cumplimiento de su misión para la formación integral de las personas tal como se representan en la Figura 24.

Para tener una visión gráfica del sistema a modelar se elabora el diagrama de influencia utilizando la herramienta Vensim® PLE. Como bien se sabe los diagramas de influencia son una representación gráfica que sirven para modelar una realidad y ayudan a la identificación de las relaciones entre las variables que hacen parte del funcionamiento de los sistemas, facilitando información importante para la construcción del modelo.

A través del análisis estructural se pudieron identificar para el caso de estudio las variables relevantes del programa académico de pregrado las cuales se incluyen en el diagrama de influencia donde se visualiza y comprende mejor las imbricaciones y los resultados que se obtienen cuando interactúan en el sistema (Figura 25).

Con el diagrama de influencia se obtienen respuestas a preguntas en relación con: Qué?, quién?, cómo?, por qué?, que ayudan a tener una mayor claridad sobre el sistema que se va a modelar y a la identificación de los agentes que lo conforman, así como las actividades o tareas que cumplen en el desarrollo de sus funciones.

Una vez se tiene claridad sobre los objetivos principales de la unidad académica de la dirección de un programa de pregrado en la educación superior se inicia con el desarrollo del modelo utilizando la metodología MAS-CommonKADS; metodología que ha sido reconocida por muchos autores como una de las más extensas y rigurosas que ofrece un alto grado de exactitud (Ortiz, López, Oviedo, 2009).

La identificación de los agentes que interactúan en el sistema de acuerdo con la metodología MAS-CommonKADS corresponde al modelo de agentes donde se identifican los agentes del programa académico (Figura 26): el agente estudiante, el agente docente, el agente director, agente asistente, agente admisiones, agente financiero y el agente interfaz.

Para avanzar en el desarrollo del modelo de tareas de la unidad académica de la dirección de programa se empieza por describir las tareas que deberán realizar los distintos agentes y que se presentan en el Anexo D.

Cumplida la etapa de identificación de los requerimientos se continúa con la elaboración de los diferentes algoritmos (Anexo E) que muestran de manera gráfica los pasos, las actividades o las normas a seguir en cada proceso del sistema en el desarrollo del propósito

misional de la unidad académica y que brindan la información para el diseño del modelo SIMA-PAES.

Figura 26. Agentes del Sistema Programa Académico

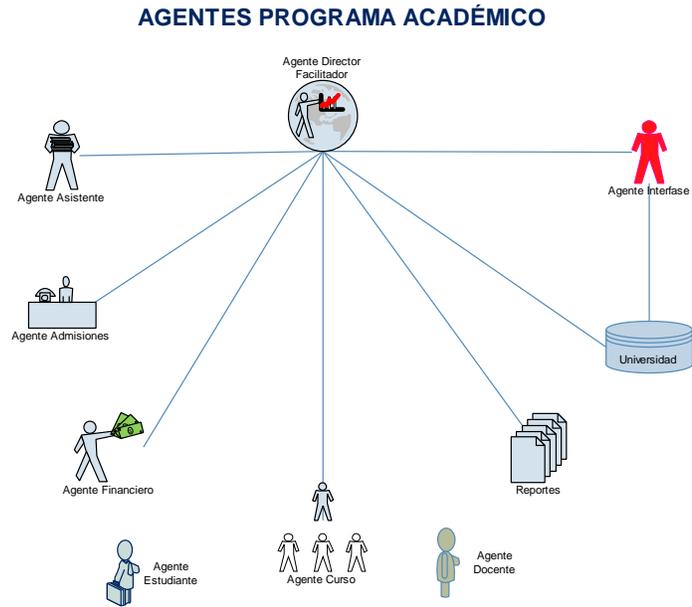
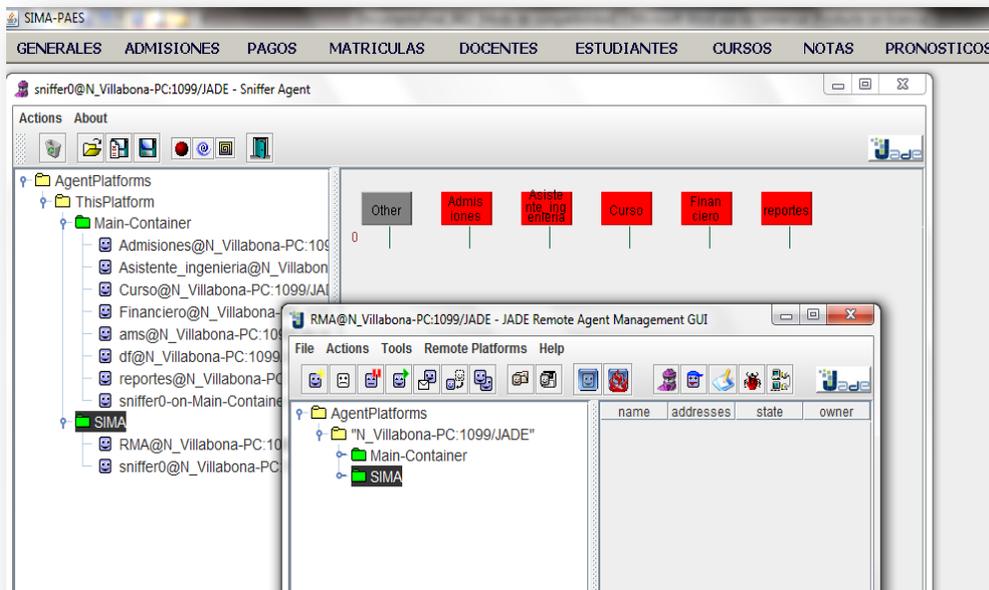


Figura 27. Ambiente de Trabajo de SIMA-PAES



Una muestra de la interfaz gráfica sobre el inicio del modelo SIMA y los agentes que conforman el sistema para la gestión de la unidad académica de un programa académico se muestra en la Figura 27.

Figura 28. Los Agentes de SIMA-PAES



SIMA-PAES se desarrolla usando la plataforma de agentes JADE (Java Agent DEvelopment Framework) utilizando lenguaje de programación JAVA para el desarrollo e implementación de los agentes (Figura 28).

Para el entorno de desarrollo JADE proporciona una serie de librerías que permiten la implementación independiente de la plataforma sobre la que se va a ejecutar. Así como para el entorno de ejecución JADE les permite a los agentes vivir y comunicarse entre sí.

La Figura 29 muestra los agentes y el desarrollo de las comunicaciones que se dan entre los agentes de acuerdo a las necesidades del sistema.

Otra de las herramientas a utilizar en el diseño del modelo y que tiene ver con el acceso a la base de datos es SQL (Lenguaje de Consulta Estructurado) un lenguaje declarativo que permite efectuar consultas con el fin de recuperar información o realizar cambios sobre ella (Figura 29).

Figura 29. La Comunicación entre los Agentes de SIMA-PAES

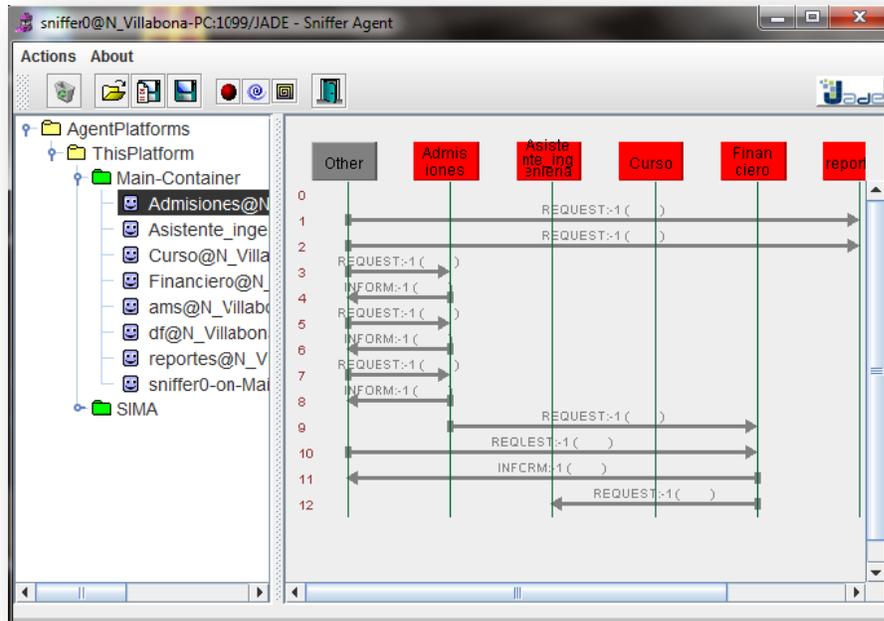


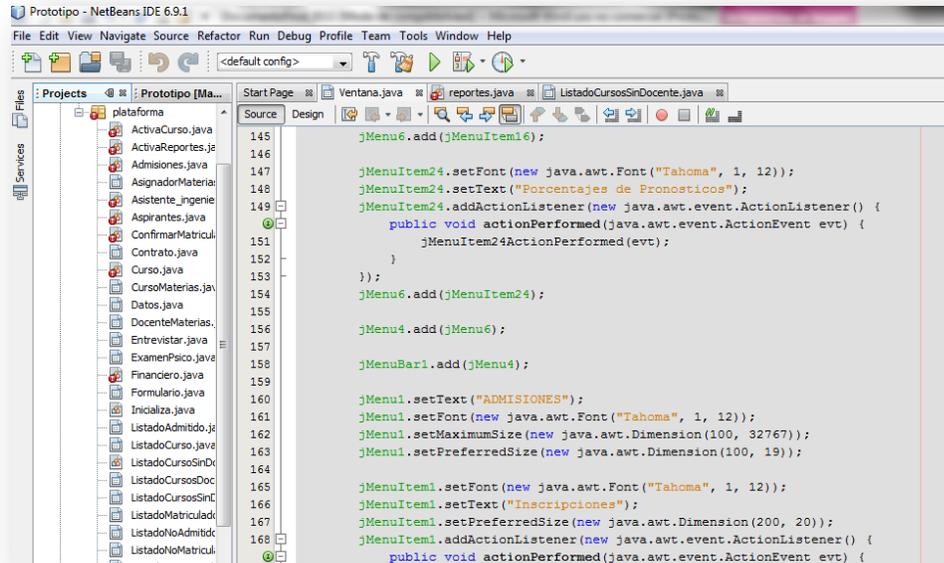
Figura 30. Entorno de Trabajo SQL (Lenguaje de Consulta Estructurado)

The screenshot shows the SQLyog Enterprise - MySQL GUI interface. The query executed is: `1 universidaddatos_personales`. The results are displayed in a table with the following columns and data:

nit	nomb	apel_1	apel_2	fech_naci	genero	esta_civi	pais_naci	ciud_naci
17234567	Roberto	Gómez	Romero	1987-08-04	Masculino	Soltero	Colombia	Cartagena
17436789	Javid	Flórez	Rios	1990-09-11	Masculino	Casado	Colombia	Cartagena
17543656	Antonio	Revollo	Simancas	1989-05-23	Masculino	Soltero	Colombia	Cartagena
17548976	Julio	Mendieta	Pérez	1987-08-25	Masculino	Casado	Colombia	Barranquill
17903425	Jeferson	Gamez	Canga	2010-09-14	Masculino	Soltero	colombia	Maicao
18098678	Ruben	Casallas	Casiani	1989-11-05	Masculino	Soltero	Colombia	Cartagena
18675434	Juan	Jimenez	Roca	1991-11-18	Masculino	Soltero	Colombia	Cartagena
18906345	Jesús	Berrio	Gómez	1987-07-22	Masculino	Casado	Colombia	Cartagena
18876564	Guatavo	Berruz	Valiente	1988-07-13	Masculino	Soltero	Colombia	Cartagena

También se utilizó la herramienta NetBeans IDE 6.9.1 un software de [www.netbeans.org](http://www.netbeans.org). NetBeans IDE es un software de uso libre y gratuito sin restricciones de uso, que promueve prácticas de desarrollo sostenible. Con NetBeans se proporciona un entorno de desarrollo integrado IDE de código abierto escrito en Java que sirve para escribir, compilar, depurar y ejecutar el programa (Figura 30).

Figura 31. Entorno de Trabajo NetBeans IDE 6.9.1



Gracias a que la arquitectura de la plataforma NetBeans es modular, es fácil crear aplicaciones; siendo uno de los aspectos importantes que permite que las aplicaciones se desarrollen por módulos, lo que hace posible adicionar más módulos, ya que éstos pueden desarrollarse de manera independiente y agregarse de acuerdo a las necesidades que se vayan presentando en el futuro.

Un módulo en NetBeans es un archivo Java que contiene clases de Java escritas para interactuar con las API de Netbeans y un archivo especial (manifest file) que lo identifica. En general los módulos son recursos desarrollados con un objetivo determinado y que pueden formar solos o con otros un entorno funcional requerido para realizar una tarea o proceso. Son independientes entre sí y tiene su propia estructura e implementación.

**2.3.1. Caso de Estudio.** El modelo SIMA-PAES comprende todos los elementos que integran de manera global la unidad académica de la dirección de un programa de pregrado

del área de la ingeniería y la interacción entre los agentes que lo conforman; así mismo involucra los procesos de mayor influencia en el desempeño de la unidad, teniendo en cuenta que la información de que disponga el director de la unidad le dará un mejor conocimiento para el logro de los objetivos y una base de información suficiente y en tiempo real para una buena disposición de los recursos y una toma de decisiones adecuada y oportuna.

Es claro entonces que el modelo debe proveer información importante para la gestión a partir del seguimiento sobre el comportamiento del sistema y tomando en consideración que el modelo de gestión para el caso de la educación superior debe estar en relación con la calidad esperada, que de acuerdo con la UNESCO se define como un concepto pluridimensional que debe comprender todas las funciones y actividades: enseñanza, investigación, personal, becas, estudiantes infraestructura, equipamiento y servicios de la comunidad (Bahamón, 2008).

Sin embargo, a pesar de que los lineamientos de acreditación establecidos por el CNA definen el modelo e incluyen los criterios, factores y características de calidad; de que proponen las variables y los indicadores, especifican la metodología y los instrumentos requeridos en cada fase de la evaluación desde la autoevaluación a la evaluación externa llevada a cabo por pares académicos, el problema de la gestión de la unidad académica está dada por la multiplicidad de objetivos que se deben lograr; de ahí la importancia de contar con un sistema de información que provea el seguimiento de las variables claves identificadas a través la evaluación y la relación en el sistema y que sirvan bajo un enfoque sistémico, como mecanismos de control para el sistema.

El desarrollo del modelo se tuvo con el estudio de caso del programa de Tecnología en Producción Industrial de la Fundación Universitaria Tecnológico por el conocimiento y experiencia propia de quien lleva a cabo el estudio y la disposición de la información que se tuvo para la identificación de las variables claves y el desarrollo del modelo que sirva para las direcciones de programa en instituciones de educación superior.

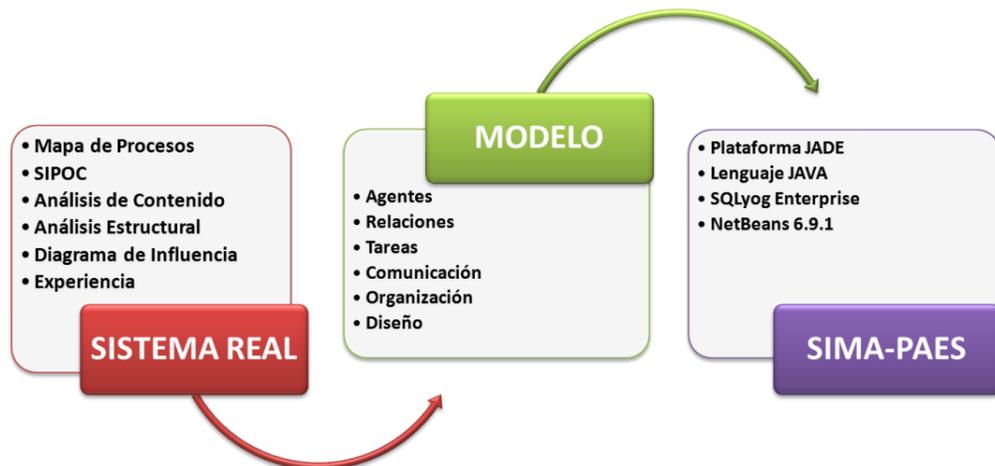
A pesar de las particularidades que puedan existir en el sistema de estudio, particularidades que pueden ser descritas por el análisis de las bases de datos que suministran la información sobre estas características propias del sistema y que permiten el modelamiento de la unidad académica; los resultados obtenidos en el desarrollo del modelo podrán ser aplicados a otras unidades académicas de la institución u otras instituciones.

Durante todo el estudio y en especial para el modelado del sistema se ha tenido en cuenta para su análisis entre otros factores:

- La **Estructura**, se refiere a los elementos que hacen parte del sistema tomando en cuenta los roles, dependencias e interrelaciones.
- **Funcionalidad**, identifica los objetivos globales y específicos de los elementos del sistema.
- **Normatividad**, tiene que ver con las normas y acciones para controlar el comportamiento de los integrantes del sistema; hace referencia a los procedimientos, tareas o resultados esperados. Se relaciona con la determinación de normas o de estándares como en el caso de los procesos de calidad.
- **Dinamicidad**, se relaciona con la evolución del sistema, y con la forma como se transforman y participan los diferentes miembros en el sistema; y
- El **Entorno**, comprende los recursos de los proveedores o los clientes que hacen posible el sistema.

El proceso para llevar a cabo el diseño del modelo SIMA-PAES mostrado en la Figura 32 abarca el análisis del sistema en estudio que suministra los datos y la información cualitativa necesaria para identificar los componentes del modelo y las condiciones de actuación, para finalmente llegar al diseño del modelo con las herramientas de software disponibles para su funcionamiento.

Figura 32. Desarrollo del modelado y diseño de SIMA-PAES



La etapa de conocimiento del sistema real incluye el análisis de la información sobre las variables o procesos claves del programa académico que tiene que ver con los datos o estadísticas sobre los resultados alcanzados en un período de tiempo (Anexo F); así como

también la información cualitativa recolectada sobre los diferentes procesos (Anexo G) mediante entrevista estructurada con las personas de la dirección del programa en estudio y los programas petroquímicos de la facultad de Ingeniería, complementada con cuestionarios sobre temas puntuales de la gestión educativa.

**2.3.2. Análisis Estadístico de la Variable Resultado.** Con el análisis estructural se tiene la identificación de las variables influyentes y dependientes en el comportamiento del sistema obteniéndose a través de éste las variables importantes para el conocimiento global de la realidad en estudio.

Sin embargo en el análisis de las variables de cualquier sistema resulta importante la construcción de modelos matemáticos que ayuden a comprender y predecir el comportamiento de los elementos que lo conforman.

Por esta razón a partir de la variable de resultado A8: Graduados, se realiza un análisis de regresión múltiple para verificar la relación o influencia de las variables Matriculados en el Primer Semestre (Matriculas 1S: personas que ingresan al sistema) y el Promedio de Matriculados en los siguientes semestre de la cohorte correspondiente sobre la variable dependiente Graduados, tomando para ello la información suministrada por el programa de Tecnología en Producción Industrial de la Fundación Universitaria Tecnológico Comfenalco de Cartagena.

La representación general para el modelo matemático está dada por:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_p X_p + \varepsilon$$

Donde Y representa la variable respuesta considerada la variable dependiente de las variables  $X_i$ .

En el análisis los datos están relacionados con el periodo comprendido entre el 2000 y el 2009 (Anexo G) y corresponde a la información sobre el transcurrir de cohortes completas del programa durante este periodo.

La inferencia sobre los resultados obtenidos se asumirá con un error del 5% y para el análisis estadístico se utiliza el software STATGRAPHICS Centurion XV Versión 15.2.06. De acuerdo con éste la regresión múltiple de los datos correspondientes arroja los siguientes resultados:

En el primer caso el Modelo de Regresión Múltiple se analizará el comportamiento de la variable dependiente (Graduados) y su relación con las variables independientes Matriculados Primer Semestre y Promedio de Matriculados por Cohorte.

$$\text{Graduados} = 0,807015 - 0,553365 * \text{Matricula 1S} + 1,30289 * \text{Promedio Matricula Cohorte}$$

### Multiple Regression - Graduados

Dependent variable: Graduados

Independent variables:

Matricula 1S

Promedio Matricula Cohorte

<i>Parameter</i>	<i>Estimate</i>	<i>Standard Error</i>	<i>T Statistic</i>	<i>P-Value</i>
CONSTANT	0,807015	8,10727	0,0995421	0,9224
Matricula 1S	-0,553365	0,390757	-1,41614	0,1822
Promedio Matricula Cohorte	1,30289	0,68221	1,90981	0,0803

### **Analysis of Variance**

<i>Source</i>	<i>Sum of Squares</i>	<i>Df</i>	<i>Mean Square</i>	<i>F-Ratio</i>	<i>P-Value</i>
Model	2417,08	2	1208,54	13,96	0,0007
Residual	1038,92	12	86,577		
Total (Corr.)	3456,0	14			

R-squared = 69,9386 percent

R-squared (adjusted for d.f.) = 64,9283 percent

Standard Error of Est. = 9,30467

Mean absolute error = 6,77456

Durbin-Watson statistic = 1,84091 (P=0,2687)

Lag 1 residual autocorrelation = 0,0150782

Fuente: Resultados Software STATGRAPHICS

La tabla ANOVA con un valor de P = 0.0007 menor que 0.05 verifica la existencia de una relación estadísticamente significativa entre las variables para el nivel de confianza del 95%.

Según el valor del estadístico R-Cuadrado el modelo explica que en un 69.9386% la variabilidad en la variable Graduados se debe a la variación de las variables independientes del modelo y la diferencia (30,0614%) es debida a causas diferentes.

Del mismo modo los valores de R-Cuadrado ajustado son de 64,9283%, valores que resultan medianamente aceptables para explicar el comportamiento de la variable

dependiente (Graduados) mediante las variables independientes (Matriculados Primer Semestre y Promedio de Matriculados por Cohorte).

Dado que los valores de P en el modelo son mayores de 0.05 se puede buscar simplificar el modelo considerando la eliminación de la variable Matriculas 1S que tiene un valor P de 0.1822.

Ahora bien, con el fin de verificar la influencia por separado de las variables Matriculas 1S y el Promedio de Matriculados por Cohorte sobre la variable Egresados se realiza un análisis de regresión lineal con cada variable obteniéndose los siguientes resultados:

El modelo de regresión lineal es igual a:  $\text{Graduados} = 14,6614 + 0,189289 * \text{Matricula 1S}$

### Simple Regression - Graduados vs. Matricula 1S

Dependent variable: Graduados

Independent variable: Matricula 1S

Linear model:  $Y = a + b * X$

#### **Coefficients**

	<i>Least Squares</i>	<i>Standard</i>	<i>T</i>	
<i>Parameter</i>	<i>Estimate</i>	<i>Error</i>	<i>Statistic</i>	<i>P-Value</i>
Intercept	14,6614	3,97121	3,69193	0,0027
Slope	0,189289	0,0421533	4,49049	0,0006

#### **Analysis of Variance**

<i>Source</i>	<i>Sum of Squares</i>	<i>Df</i>	<i>Mean Square</i>	<i>F-Ratio</i>	<i>P-Value</i>
Model	2101,3	1	2101,3	20,16	0,0006
Residual	1354,7	13	104,208		
Total (Corr.)	3456,0	14			

Correlation Coefficient = 0,779753

R-squared = 60,8015 percent

R-squared (adjusted for d.f.) = 57,7862 percent

Standard Error of Est. = 10,2082

Mean absolute error = 7,70305

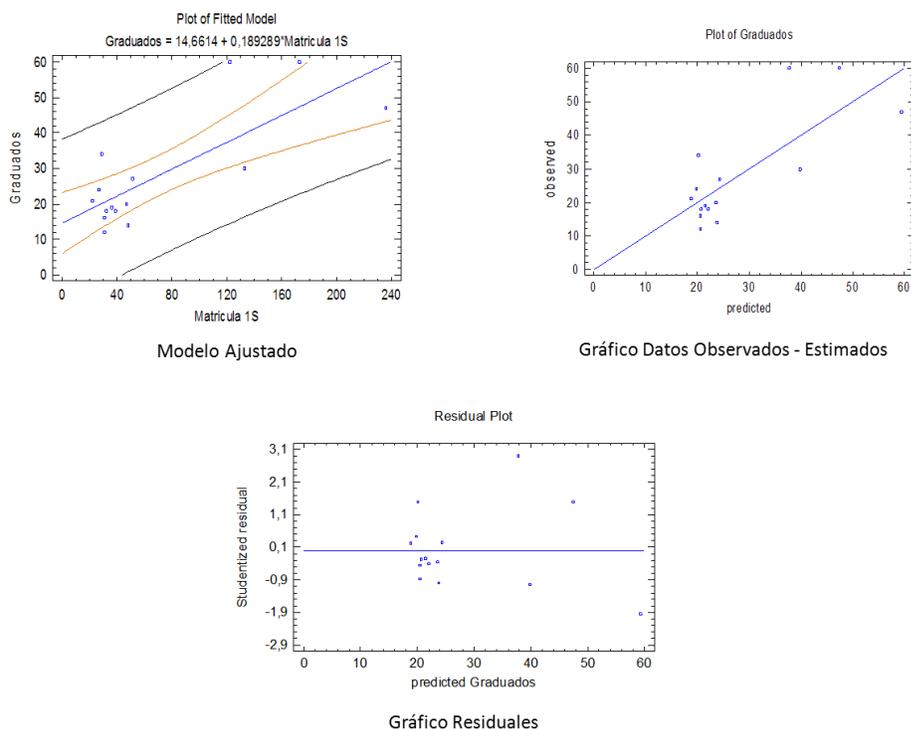
Durbin-Watson statistic = 1,71984 (P=0,2055)

Lag 1 residual autocorrelation = 0,0570834

Fuente: Resultados Software STATGRAPHICS

R-Cuadrado indica que el 60.8015% de la variabilidad de la variable Graduados se explica por la variabilidad de la variable Matricula 1S.

Figura 33. Gráficos Resultados Modelo de Regresión Graduados-Matriculas 1S



Fuente: STATGRAPHICS

De igual manera su coeficiente de correlación = 0.779753 indica una relación moderadamente alta entre las dos variables.

Del mismo modo, con relación a la gráfica de datos observados .vs. estimados se infiere por el número de datos que se encuentran cerca de la diagonal, que el modelo resulta bastante bueno para explicar la relación entre las variables analizadas.

En el gráfico de Residuales se muestran los residuos estudentizados frente a los valores estimados de la variable Graduados, si el modelo es correcto y se cumplen todas las hipótesis, los residuos no deben tener una estructura determinada como resulta para este el caso.

Seguidamente se revisan los resultados para el caso del modelo de regresión del Promedio de Matriculados por Cohorte y Graduados que llevan a concluir lo siguiente:

Modelo de regresión lineal:  $\text{Graduados} = 10,6534 + 0,341469 \cdot \text{Promedio Matricula Cohorte}$

## Simple Regression - Graduados vs. Promedio Matricula Cohorte

Dependent variable: Graduados

Independent variable: Promedio Matricula Cohorte

Linear model:  $Y = a + b \cdot X$

### Coefficients

	<i>Least Squares</i>	<i>Standard</i>	<i>T</i>	
<i>Parameter</i>	<i>Estimate</i>	<i>Error</i>	<i>Statistic</i>	<i>P-Value</i>
Intercept	10,6534	4,32765	2,4617	0,0286
Slope	0,341469	0,0696259	4,90434	0,0003

### Analysis of Variance

<i>Source</i>	<i>Sum of Squares</i>	<i>Df</i>	<i>Mean Square</i>	<i>F-Ratio</i>	<i>P-Value</i>
Model	2243,45	1	2243,45	24,05	0,0003
Residual	1212,55	13	93,273		
Total (Corr.)	3456,0	14			

Correlation Coefficient = 0,805696

R-squared = 64,9147 percent

R-squared (adjusted for d.f.) = 62,2158 percent

Standard Error of Est. = 9,65779

Mean absolute error = 7,22341

Durbin-Watson statistic = 1,78713 (P=0,2454)

Lag 1 residual autocorrelation = 0,0228223

Fuente: Resultados Software STATGRAPHICS

El estadístico R-Cuadrado indica un 64.9147 % de la variabilidad de la variable Graduados debido a la variable Promedio de Matriculados por Cohorte.

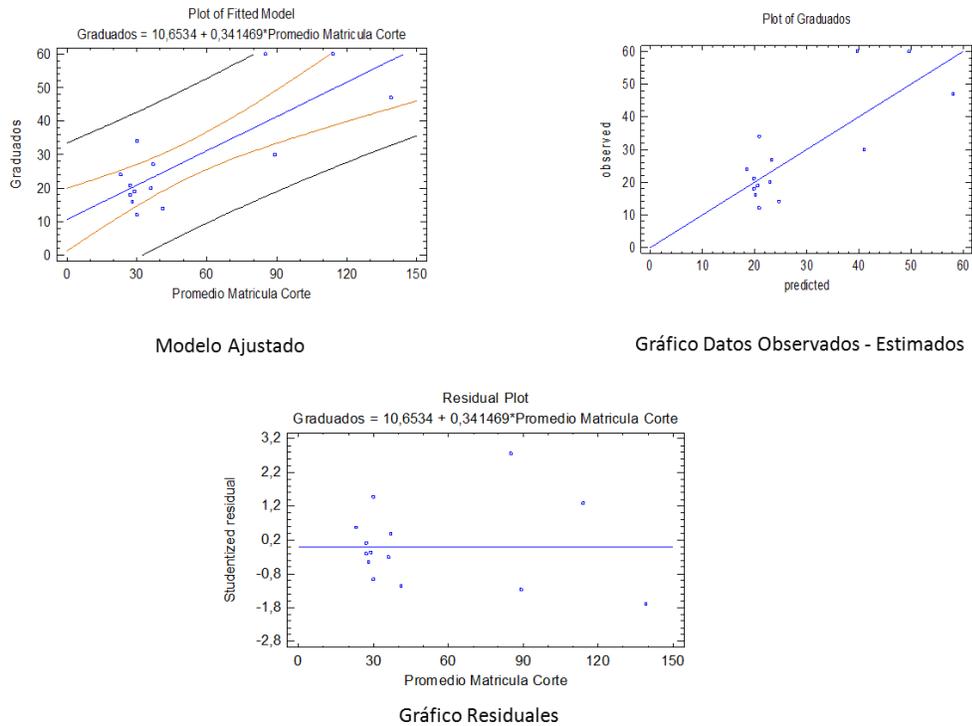
Así mismo presenta un coeficiente de correlación = 0.805696 indicando una relación moderadamente fuerte entre las variables.

La gráfica de datos observados .vs. estimados corrobora que el modelo es bastante bueno para explicar la relación entre las variables analizadas.

En el gráfico de Residuales se muestran los residuos estudentizados frente a los valores estimados de la variable graduados, donde los residuos no muestran una estructura determinada infiriéndose que el modelo encontrado es el correcto.

Una comparación entre los resultados obtenidos en los dos análisis anteriores permite afirmar que la variable Promedio de Matriculados por Cohorte tiene mayor relación con la variable dependiente Graduados que la variable Matricula 1S dado que tiene un coeficiente  $R^2$  mayor; lo mismo ocurre para el coeficiente de correlación siendo mayor entre las variables Graduados y Promedio de Matriculados por Cohorte.

Figura 34. Gráficos Modelo de Regresión Graduados-Promedio Matriculas



Modelo Ajustado

Gráfico Datos Observados - Estimados

Gráfico Residuales

Fuente: STATGRAPHICS

Finalmente se hace un análisis de la variable dependiente Graduados para verificar el comportamiento de los datos en relación con una distribución normal.

Con la prueba de normalidad se determina si el conjunto de datos muestra similitud con la distribución normal que tiene entre sus características ser unimodal, es decir tiene un solo pico de ahí su representación en forma de campana.

Por consiguiente, para verificar la normalidad en la variable Graduados se analizan los gráficos de probabilidad normal y el histograma correspondiente. Sobre la prueba de normalidad el software nos arroja los siguientes resultados:

**Summary Statistics for Graduados**

Count	15
Average	28,0
Standard deviation	15,7117
Coeff. of variation	56,1132%
Minimum	12,0
Maximum	60,0

Range	48,0
Std. skewness	2,02942
Std. kurtosis	0,422841
Sample median	21,0

t-test

Null hypothesis: mean = 0,0

Alternative: not equal

Computed t statistic = 6,90209

P-Value = 0,00000729973

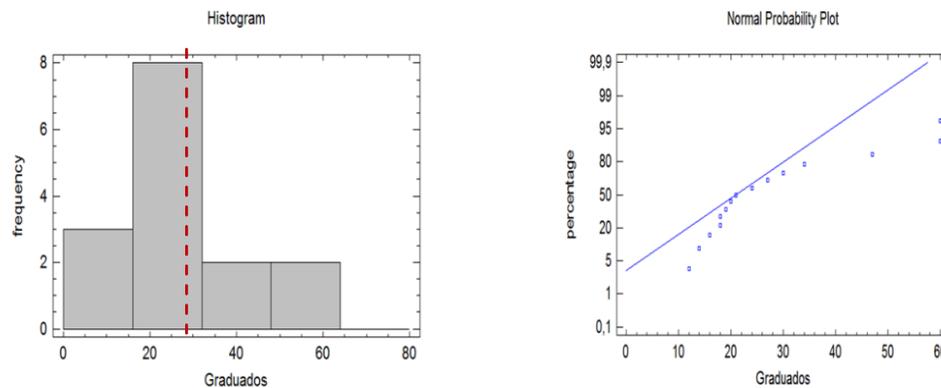
Reject the null hypothesis for alpha = 0,05.

En cuanto al histograma el análisis estadístico realizado en el software Statgraphics muestra una curva semejante a una campana como la de una distribución normal, sin embargo tiene una tendencia que la hace asimétrica a la derecha (asimetría positiva).

En relación con los resultados que se obtienen sobre los valores de la media y la mediana, estos son bastante cercanos, 28 y 21 respectivamente.

En cuanto al gráfico de probabilidad se observa la ubicación de los valores de la variable muy cercanos a la diagonal lo que permite asegurar que la variable Graduados del estudio se ajusta a una distribución normal.

Figura 35. Gráficos Análisis Variable Graduados



Fuente: Resultados Software STATGRAPHICS

En este apartado se logró a través del análisis estadístico de las variables relevantes del sistema confirmar la relación existente entre las variables independientes y la variable resultado (Graduados) en el sistema de la dirección del programa académico.

**2.3.3. Diseño del modelo.** El diseño del modelo tendrá en cuenta las funciones del sistema caso de estudio que determinan el alcance del modelo y el diseño de los módulos que lo compongan.

El propósito del modelado de la unidad académica de la dirección de un programa académico es representar el sistema considerando todas las acciones y los comportamientos que identifican el actuar en la gestión de todos sus procesos:

- Proceso de admisión y matrícula que comprende la inscripción, la realización de las pruebas de ingreso, el trámite financiero y la legalización de los pagos y la matrícula en los cursos respectivos del plan de formación.
- Proceso de formación para hacer el seguimiento y verificar el cumplimiento del plan de formación con la evaluación de los diferentes cursos y la participación en las actividades académicas.
- La gestión docente que incluye la contratación, y la asignación de la carga de trabajo y la participación en las actividades de los diferentes cursos, proyectos y tutorías.

Figura 36. Módulos del Proceso de Admisión y Matrícula

The image shows a screenshot of a web application interface for the admission and enrollment process. The main window is titled 'SIMA-PAES' and has a navigation menu with the following items: GENERALES, ADMISIONES, PAGOS, MATRICULAS, DOCENTES, ESTUDIANTES, NOTAS, and PRONOSTICOS. The interface displays three overlapping forms:

- FORMULARIO DE INSCRIPCION**: A form for personal data (DATOS PERSONALES) with fields for N° DE IDENTIFICACION, NOMBRE, PRIMER APELLIDO, GENERO (FEMENINO, MASCULINO), ESTADO CIVIL (Ninguno), PAIS, CIUDAD, DIRECCION, TELEFONO, and PROGRAMA. It includes an 'Enviar' button.
- EXAMEN PSICOTECNICO**: A form for a psychotechnical exam with an 'IDENTIFICACION' dropdown menu and four questions with radio button options:
  - 1. Cuando tengo que esperar mi turno haciendo cola:
    - Aguardo con paciencia, es algo que se tiene que asumir en ocasiones
    - Suelo impacientarme rápidamente...
  - 2. Tus amigos alaban una película que a ti te ha parecido mala o aburrida:
    - Me guardo mi opinión para no entrar en discusiones sin sentido
    - Les contradigo sin tener razón
  - 3. Ante situaciones nuevas:
    - Analizo la situación e intento resolverla
    - Me suelo bloquear y no sé qué hacer
    - Tengo cierto miedo a las nuevas situaciones
  - 4. Cuando estoy colérico:
    - Me reprocho para no volver a cometer el mismo error
- ENTREVISTA**: A form for an interview with an 'IDENTIFICACION' dropdown menu and a question: '¿Qué sabe de nuestra universidad?' with a checkbox.

Figura 37. Módulos del Proceso de Formación

Generales Admisiones Pagos Matriculas Docentes Estudiantes Notas Pronosticos

Lista de Matriculados

AÑOS:  PERIODO:

GENERAR REPORTE SALIR

Fecha y Hora de Impresión: 201... Pág

**LISTADO DE MATRICULADOS**

CODIGO	NOMBRE COMPLETO	SEMEST
38767589	Josefina Pinilla Fuentes	1
38345231	Elena Gonzalez Puerta	1
37567450	Maria Jesús Zumaque Zapata	1

Figura 38. Módulos de Registro Académico

Generales Admisiones Pagos Matriculas Docentes Estudiantes Notas Pronosticos

Reporte de Notas

ESTUDIANTES:

GENERAR REPORTE SALIR

Ingreso de Notas

DOCENTE:  CURSO:

Estudiantes	Notas

Institución 874... 1:10:43

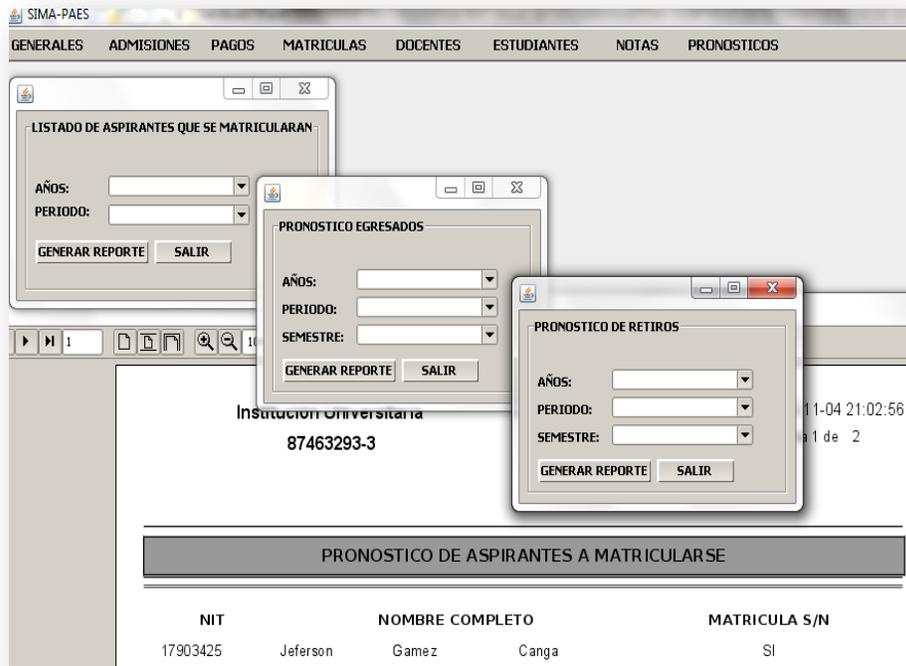
**REPORTE DE NOTAS**

CURSOS	MATERIAS	NOTAS
17436789	Javid Flórez Ríos	

Figura 39. Módulos de la Gestión Docente



Figura 40. Módulos Evaluación de Escenarios



- Proporcionar los informes o reportes que brinden la información sobre las variables relevantes del sistema.
- Hacer retroalimentación del sistema con base a la información suministrada y de acuerdo con el comportamiento de los elementos asociados al sistema.
- Tener la información para la evaluación de diferentes escenarios para gestionar los recursos y mejorar la toma de decisiones.

De esta manera el modelo SIMA-PAES aprovechando las ventajas que ofrece la implementación de SMA para llevar a cabo funciones de crear, almacenar, recuperar, transferir y aplicar el conocimiento por el aprendizaje de su propia experiencia, será una herramienta de apoyo que por su capacidad para tomar la iniciativa llevará a cabo acciones según las necesidades del sistema, brindará información en tiempo real sobre los distintos indicadores de calidad y además ofrecerá la posibilidad de evaluar a futuro otros escenarios.

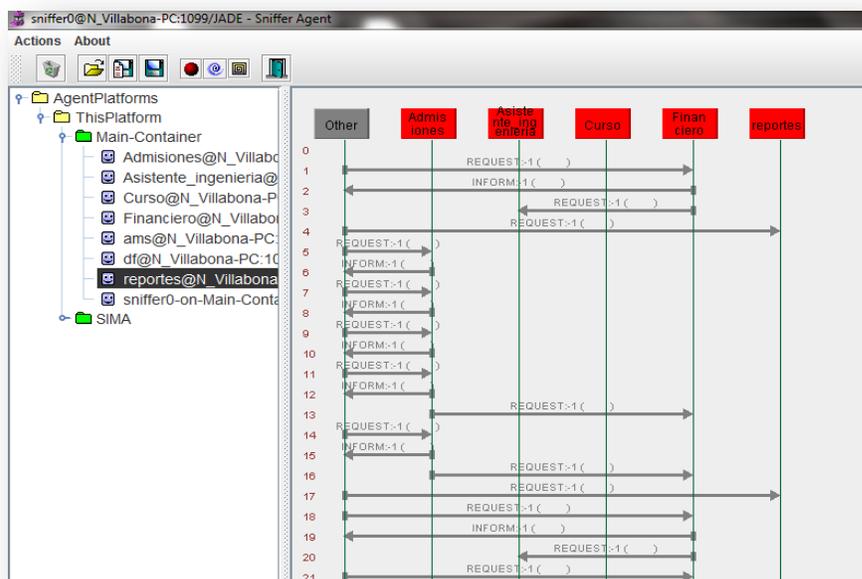
### 3. EVALUACIÓN Y VALIDACIÓN DEL MODELO SIMA-PAES

En esta fase del estudio se evalúa el modelo a través del prototipo, alimentando o suministrando información a la base de datos para comprobar el comportamiento del sistema modelado.

El propósito de la evaluación tiene entre otros objetivos identificar posibles errores en el modelo, así como verificar su consistencia entre el sistema real y el modelo que lo representa.

Se espera entonces que el modelo origine las mismas salidas que el sistema, y verificar los resultados que se esperan de los procesos que se definieron, y su capacidad para realizar las diferentes actividades.

Figura 41. Protocolos de Comunicación entre los agentes del SIMA-PAES



En ese sentido uno de los aspectos a evaluar es la interacción entre los agentes que conforman SIMA-PAES y la comunicación que se genera entre ellos y que permite darle funcionalidad al modelo.

Otro aspecto a evaluar cómo se anotó anteriormente, tiene que ver con la operatividad de los diferentes procesos del sistema en estudio, para ello se inicia suministrando información a la base de datos que considera como punto de partida el ingreso al sistema del futuro estudiante del programa de pregrado, iniciando con el momento de apertura del período académico (I semestre 2010) y el proceso de inscripción de los aspirantes al programa, proporcionando durante esta fase los resultados en tiempo real de las pruebas del proceso de ingreso y brindando la información para continuar a la fase financiera del proceso de pago y posterior matrícula.

Una vez en el proceso de formación el modelo permite hacer seguimiento sobre el cumplimiento del plan de formación establecido y su continuidad durante las distintas etapas y actividades en la ruta de formación hasta la finalización como profesional. Aquí se verifica como el sistema es capaz de controlar para cada estudiante el cumplimiento de su ruta de formación llevando el registro académico de sus actividades.

De esta manera, el hecho de pensar el diseño del modelo a partir de los resultados sobre las variables relevantes para el sistema, no significa que fueran dejadas de lado las otras variables del sistema, porque para el desarrollo de los diferentes procesos bajo un enfoque sistémico todas ellas deberán ser tenidas en cuenta, no solo para el modelamiento sino para el proceso de toma de decisiones relacionadas con el desempeño de la unidad académica de la dirección de programa de pregrado, donde la acción tomada sobre una variable tendrá efectos sobre otras variables.

De ahí la importancia de disponer en tiempo real de la información sobre los diferentes procesos de un sistema para una mejor gestión por la acción oportuna sobre todo, en los procesos que inciden principalmente sobre la calidad de los programas académicos.

En el Anexo I es posible verificar los resultados e informes que brindan al director de la unidad académica de la dirección de un programa de pregrado, como apoyo a la gestión educativa con el modelo SIMA-PAES.

#### **4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES A FUTURO**

Como es sabido la toma de decisiones en las organizaciones requiere de sistemas de información oportunos y fiables que den valor a las organizaciones; con este propósito la tendencia actual en la gestión propende por la disposición de sistemas que brinden la información relacionada con el desempeño de los sistemas. De ahí la importancia de disponer de las herramientas para medir y evaluar su actuación frente a sus objetivos o propósitos misionales.

La redefinición en las funciones de un director en las unidades o direcciones de programa de acuerdo con las tendencias internacionales y las políticas nacionales conlleva procesos de cambio que precisa de modelos de gestión para mejorar la eficacia y la eficiencia en el cumplimiento de los propósitos de cobertura, calidad, equidad y pertinencia.

Lograr una gestión integral en el desarrollo de las funciones sustantivas de la educación requiere de un modelo que le brinde el conocimiento oportuno para la toma de decisiones y el seguimiento en el desempeño de las variables, especialmente las relacionadas con la calidad para su evaluación y la mejora continua.

Es claro que aunque las instituciones de educación superior disponen de sistemas de información, las instituciones requieren que ésta esté clasificada de acuerdo a sus necesidades, y disponible en tiempo real para una gestión oportuna de los procesos que administra y que le permita asegurar los resultados del programa académico.

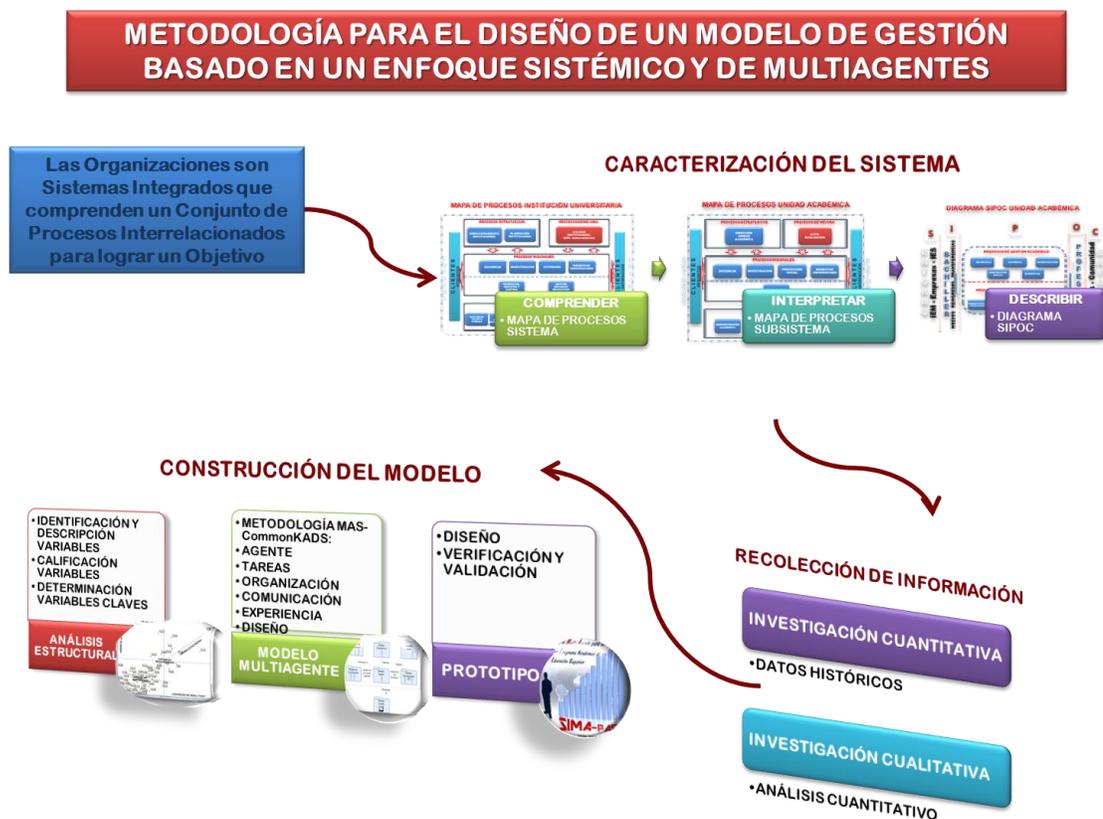
Con el trabajo se obtuvo un modelo de gestión académica basado en un enfoque sistémico y de multiagentes para un programa de pregrado de ingeniería en una institución de educación superior donde se integraron los principales procesos del sistema a través de la inclusión de las diferentes variables que se definieron y analizaron en el estudio.

Mediante la utilización de multiagentes se logró la construcción de una herramienta de apoyo para la gestión académica, donde es posible hacer el seguimiento de los procesos de la unidad académica tomando en cuenta que uno de los problemas de la gestión radica en el gran número de variables a controlar en el propósito de alcanzar la formación integral de quienes ingresan a una unidad académica del nivel superior.

Para ello el trabajo se llevó a cabo aprovechando las ventajas que ofrecen los sistemas multiagentes y las amplias posibilidades para el modelamiento de sistemas complejos como son los sistemas educativos.

El estudio comprueba los beneficios de los SMA que permiten no solo reflejar la funcionalidad del sistema, sino integrar la gran cantidad de información disponible para llevar adelante la gestión del conocimiento en la institución y en particular de la dirección del programa, ya que proporciona información en tiempo real y permite administrar la experiencia de la unidad para decisiones futuras.

Figura 42. Metodología Diseño Modelo de Gestión Académica



Los resultados obtenidos corroboraron la funcionalidad del modelo SIMA-PAES y verificaron la integración de los diferentes procesos de la unidad académica, de tal forma que el director del programa pueda disponer de la información que requiere para su gestión

y para verificar el desempeño en el funcionamiento de la unidad y adelantar las acciones correctivas o de mejora que se requieran para el cumplimiento de su propósito misional.

Con el modelo SIMA-PAES se logró hacer abstracción del sistema real, gracias a la metodología de análisis utilizada que permitió de manera exhaustiva el conocimiento y la identificación de los procesos y las variables del sistema para su incorporación en el modelo y la obtención de los resultados positivos logrados con la verificación de su funcionalidad a través del prototipo desarrollado (Figura 42).

A pesar de las particularidades que tienen los programas en el área de la ingeniería relacionadas entre otras, con las actividades académicas, el modelo pedagógico y los diferentes niveles de formación, el modelo diseñado bajo los sistemas multiagentes le da la flexibilidad para adaptarse a las necesidades según sea el caso, a través de la modificación o creación de nuevos módulos.

En consecuencia entre las recomendaciones a futuro se propone la depuración del modelo, aprovechando para ello las ventajas que ofrece la plataforma NetBeans, con la creación e incorporación de nuevos módulos para el prototipo actual.

De igual modo se propone en trabajos futuros avanzar en la generación de escenarios que de forma automática ofrezcan alternativas de decisiones sobre los procesos de la gestión académica a través de la creación de un repositorio de experiencias de la gestión que pueda ser utilizado por el modelo SIMA-PAES.

## BIBLIOGRAFÍA

ACEVEDO A., R. Factores que Inciden en la Competencia Docente Universitaria. Departamento de Métodos de Investigación y Diagnóstico en Educación. Tesis de Doctorado. Universidad Complutense de Madrid. Madrid. 2003. ISBN: 978-84-669-3022-2

AGUILAR, J., ZAYAS, W. Sistemas Multi-agente para Crear Agentes de Control para el SCDIA. Revista Avances en Sistemas e Informática. Vol. 6, No. 2 (2009): p. 47-58. 2009. ISSN: 1657-7663.

ALVAREZ C., SOTO P., A. F. Software de Simulación de Celdas de Producción Robóticas. Santiago de Chile, U. Santiago de Chile: 6. 2008.

ALVARIÑO, C., ARZOLA, S., BRUNNER, J. J., RECART, M. O., VIZCARRA, R. Gestión Escolar: Un Estado del Arte de la Literatura. Revista Paideia. 29 (2000): p. 15-43. 2000.

AMAR S., P., DIAZGRANADOS F., J. F. Modelo de Relación Estado-Mercado para el Fomento de la Innovación. Investigación y Desarrollo. Universidad del Norte. Vol. 4, Núm. 001(2006): 200-225.

ANDRADE D., L. I. Aplicación del Pensamiento Sistémico en la Relación Calidad y Docencia de Pregrado en Universidades Estatales. Boletín de Dinámica de Sistemas- Junio, 2008: 5.

ANDRADE, L. I. Calidad de la Gestión Docente y su Efecto en la Sustentabilidad del Nivel de Estudiantes Matriculados. Boletín de Dinámica de Sistemas. Junio, 2009.

ANDRADE S., H. H., NAVAS G., X. M. La Informática y el Cambio en la Educación. 2003.

ARACIL J., GORDILLO F. Dinámica de Sistemas. Alianza Editorial S. A. Madrid. 1997. ISBN: 84-206-8168-7.

ARCADE J., GODET M., MEUNIER F., ROUBELAT F. Análisis Estructural con el Método MICMAC y Estrategia de los Actores con el Método MACTOR. Buenos Aires. 2004. ISBN: 987-98351-1-5.

ARIAS S., F. J. Modelo Multi-Agente para la Planificación Instruccional y Selección de Contenidos en Cursos Virtuales Adaptativos. Tesis de Maestría. Facultad Minas - Escuela de Sistemas. Universidad Nacional, Medellín. 2009.

ARISTIMUÑO, A. Las Competencias en la Educación Superior ¿Demonio u oportunidad? Departamento de Educación. Universidad Católica del Uruguay. 2004.

BAHAMÓN D., A. Incidencia del Sistema de Gestión de Calidad en el Proceso de Acreditación. Revista Educación y Desarrollo Social. Vol. II, No. 1. Enero-Junio de 2008: 36-41. 2008. ISSN: 2011-5318.

BALLESTEROS R., D. P., BALLESTEROS S., P. P. Análisis Estructural Prospectivo Aplicado al Sistema Logístico. Scientia Et Technica. Año XIV, No. 39 (2008): 194-199. 2008. ISSN: 0122-1701.

BELTRÁN J., J. M. Indicadores de Gestión. Herramientas para Lograr la Competitividad. Temas Gerenciales. 3R Editores. 2004. 2a. Edición.

BELTRÁN S., J., CARMONA C., M., CARRASCO P., R., RIVA Z., M. A., TEJEDOR P., F. Guía para una Gestión Basada en Procesos. Instituto Andaluz de Tecnología –IAT-. 2003. ISBN: 84-923464-7-7.

BENAVIDES L., J. Gestión por Procesos. Publicaciones [www.calidadlatina.com](http://www.calidadlatina.com). Vol. 036 (2003).

BENDER, C., DECO, C., CASALI, A., MOTZ, R. Una Plataforma Multiagente para la Búsqueda de Recursos Educativos Considerando Aspectos Culturales. TE&ET Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología Número 1. 2006.

BOTERO Ch., C. A. Cinco Tendencias de la Gestión Educativa. Revista Iberoamericana de Educación (Abril, 2009): 11. ISSN: 1681-5653.

BOTTI N., V., GIRET B., A. Aplicaciones Industriales de los Sistemas Multiagentes. Valencia, Departamento de Sistemas Informáticos y Computación. Universidad Politécnica de Valencia. 2002.

CABEZA, M. A. Indicadores de Gestión en la Educación Superior como Herramienta de la Planificación Estratégica. Revista Venezolana de Análisis de Coyuntura. Vol. X, Número 002. Julio-Diciembre, 2004: p. 105-116. ISSN: 1315-3617

CABEZA R., M. A., CABRITA S., E. N., SEREY S., R. Algunas Consideraciones sobre los Indicadores de Gestión en la Educación Superior Venezolana. Revista Economía. Vol. No. 17-18 (Enero-Diciembre) (2001-2002): 33-48.

CALLEJAS C., M., VALERO B., H. A. Acercamiento a la Simulación Basada en Dinámica de Sistemas y Agentes Inteligentes para la Evaluación de la Calidad de Servicio en la Operación de un Sistema TPCU. Revista Ingeniería, Facultad de Ingeniería UPTC 14 (18) (2005): 13. ISSN 0121-1129.

CAÑÓN R., J. C. La Evaluación en la Educación Superior: Algunas Amenazas y Debilidades. 2006. En Panel: Evaluación y Calidad de la Educación: Una Perspectiva Crítica, Colombia.

CAPELLERAS, J. L. Factores Condicionantes de la Calidad de la Enseñanza Universitaria: Un Análisis Empírico. Departamento de Economía de la Empresa. Universidad Autónoma de Barcelona. Tesis de Posgrado. 2001. Barcelona.

CARRASCO D., S. Gestión Educativa y Calidad de Formación Profesional en la Facultad de Educación de la UNSACA. Facultad de Educación. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Tesis de Maestría. 2002. Lima.

CARRASCO J., T., DEL CASTILLO S., A., GONZÁLEZ P., M. Aplicación del Enfoque Sistémico al Trabajo de los Años Académicos en los Centros de Educación Superior. 2003.

CASASSUS, J. Problemas de la Gestión Educativa en América Latina (La Tensión entre los Paradigmas de Tipo A y el Tipo B), UNESCO. 2001.

CASTILLO Ch., J. M. Metodología para la Construcción de Modelos Multiagente en Entornos de Planificación. Departamento de Arquitectura de Computadores y CC. de la Computación e Inteligencia Artificial. Universidad Rey Juan Carlos de Madrid. Tesis Doctoral. 2007. Madrid.

CATALDI, Z., CALVO, P., SALGUEIRO, F. A., LAGE, F. J. Diseño de Sistemas Tutores Inteligentes con Tecnología de Agentes: Los Agentes Docentes en el Módulo Tutor. RESI - Revista Eletrônica de Sistemas de Informação. Edición 10, No. 1. 2007.

CHIAVENTO, I. Introducción a la Teoría General de la Administración. México. McGraw-Hill. 2007. ISBN 85-3521348-1

CINTERFOR/OIT. Calidad, Pertinencia y Equidad. Un Enfoque Integrado de la Formación Profesional. Montevideo. 2006. ISBN: 92-9088-206-9.

COELHO, F., ROMERO, M., YÁBER, G. Indicadores de Desempeño Clave para Programas Académicos de Postgrado. Investigación y Postgrado Vol. 20 No. 2. 2005.

CONSEJO NACIONAL DE ACREDITACIÓN. Lineamientos para la Acreditación de Programas. Ministerio de Educación Nacional. 2006. Bogotá. ISSN: 0122-7874.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN. Visión Colombia II Centenario. Presidencia de la República. 2005. Bogotá.

ESCORCIA C., R. E., GUTIÉRREZ M., A. V., HENRÍQUEZ A., H. de J. La Educación Superior Frente a las Tendencias Sociales del Contexto. Educación y Educadores. Vol. 10, No. 1 (2007): 15. ISSN: 0123-1294.

ESCUADERO M., J. M. Las Competencias Profesionales y la Formación Universitaria: Posibilidades y Riesgos. Red U. Revista de Docencia Universitaria. No. 1 (2008): 20.

ESPINOSA R., M. A. Diseño de Sistemas Multiagentes. Facultad de Ciencias de la Computación. Benémerita Universidad Autónoma de Puebla. Tesis de Pregrado. 2006. México.

FERNÁNDEZ Ch., F. El Análisis de Contenido como Ayuda Metodológica para la Investigación. Ciencias Sociales, Revista de la Universidad de Costa Rica. Vol II, Número 96 (2002): 20. ISSN: 0482-5276.

FERRER, T., PELEKAIS, C. Tendencias Gerenciales y la Gestión Universitaria. Vol.10, No.1 (Enero, 2004): 148-163. ISSN: 1315-9518.

GALLEGO D., F. J., LLORENS L., F., RIZO A., R. Breve Análisis de Algunas Metodologías de Diseño de SMA. Universidad de Alicante. 2004. España.

GARAMENDI B., J. F. Agentes Inteligentes: JADE. Abril, 2004.

GARCÍA S., F. Sistema Basado en Tecnologías del Conocimiento para Entornos de Servicios Web Semánticos. Departamento de Ingeniería de la Información y las Comunicaciones. Universidad de Murcia. Tesis de Doctorado. 2007. España.

GARZÓN R., O., MENDOZA, W., CALVACHE, O. A. La Flexibilidad: Eje de una Estructura Académico-Administrativa. Revista Científica Guillermo de Ockham. Vol. 7 (1) (Enero-Junio, 2004): 18.

GELVEZ P., L. N., ANDRADE S., H. H., ARGUELLO, A. M. Gestionando la Universidad con Dinámica de Sistemas Trascendente. 2003.

GIRALDO G., U., ABAD A., D., DÍAZ P., E. Bases para una Política de Calidad de la Educación Superior en Colombia. Bogotá: 20. 2003.

GIRALDO G., F., GUZMÁN L., J. A., OVALLE C., D. A. Sistema Multiagente para la Gestión de Material Bibliográfico. Revista Colombiana de Tecnologías de Avanzada. Vol. 2, Número 6 (2005). ISSN: 1692-7257.

GODET, M. La Caja de Herramientas de la Prospectiva Estratégica. Laboratoire d'Investigation Prospective et Stratégique. CNAM. París. 2000.

GONZALEZ G., E. J. Diseño e Implementación de una Arquitectura Multipropósito basada en Agentes Inteligentes: Aplicación a la Planificación Automática de Agendas y al Control de Procesos. Islas Canarias, Universidad de la Laguna. Tesis de Doctorado. 2003. España.

GONZALEZ G., J., GALINDO M., N., GALINDO M., J. L., GOLD M., M. Los Paradigmas de la Calidad Educativa. De la Evaluación a la Acreditación. 2004. México. ISBN: 968-6802-23-1.

GUTIERREZ M., J. M. Definición de un Agente Inteligente para la Intercomunicabilidad Automática de Sistemas de Aprendizaje Basados en Internet. Ciencias de la Computación. Universidad de Alcalá. Tesis de Doctorado. 2006. Alcalá de Henares, España.

GUZMÁN V., A., MALAVER R., M. N. RIVERA RODRÍGUEZ, H. A. Análisis Estructural. Técnica de la Prospectiva. Documentos de Investigación. No. 24: 65 p. Bogotá. Centro Editorial Universidad del Rosario: 2005. ISSN 0124-8219.

HERNÁNDEZ S., R., FERNÁNDEZ C., C., BAPTISTA L., P. Metodología de la Investigación. McGraw Hill. 2008. 4ª. Edición. México.

IGLESIAS F., C. A. Definición de una Metodología para el Desarrollo de Sistemas Multiagentes. Departamento de Ingeniería de Sistemas Telemáticos. Universidad Politécnica de Madrid. Tesis de Doctorado. 1998. Madrid.

IZQUIERDO, L. R., GALÁN, J. M., SANTOS, J. I., DEL OLMO, R. Modelado de Sistemas Complejos Mediante Simulación Basada en Agentes y Mediante Dinámica de Sistemas. EMPIRIA: Revista de Metodología de Ciencias Sociales. No. 16 (2008): 28. ISSN: 1139-5737.

JIMÉNEZ B., J. A., OVALLE C., D. A., BRANCH B., J. W. Conceptualización y Análisis de un Sistema Multi-Agente Pedagógico Utilizando la Metodología MAS-CommonKADS. Dyna. Año 76, No. 158 (Junio, 2009): 11. ISSN: 0012-7353.

JULIÁN V., B. V. Agentes Inteligentes: El Siguiete Paso en la Inteligencia Artificial. NOVATICA (mayo-junio, 2000).

LAZARO M., J. Apuntes Metodológicos de Desarrollo Orientado a Agentes: Aplicación a una Agencia de Viajes. Universidad Politécnica de Madrid. Facultad de Informática. Madrid. Trabajo de Grado de Pregrado. 2006.

LÓPEZ P., A., HERNÁNDEZ I., C., PAJARES G., J., AGUILERA O., A. Sistemas Multiagentes en Ingeniería de Organización. Técnicas Computacionales de Simulación de Sistemas Complejos. II Conferencia de Ingeniería de Organización. Vigo: 961-967. 2002.

MACAL C. M., NORTH M. J. Tutorial on Agen-Based Modeling And Simulation. Proceedings of the 2005 Winter Simulation Conference, U.S.A. 2005.

MANCILLA E., L. E. (2008). ¿Qué son los Agentes Inteligentes de Software?. Gaceta Ideas CONCYTEG. Año 3, Núm. 31 (2008): 25-47.

MARCHETI J. T., G. A. J. Metodologías de Desarrollo de Sistemas Multi-agente un Análisis Comparativo. Bahía Blanca, Universidad Nacional del Sur: 12. 2004.

- MARTELO G., R. J., PEÑA P., M. R., TOVAR G., L. C. Los Agujeros del Análisis Estructural, una Realidad en Estudios Prospectivos. 2009.
- MARTÍNEZ F., C. E. Administración de Organizaciones. Productividad y Eficacia. Bogotá, Universidad Nacional. 1996. ISBN: 958-628-115-9.
- MARTÍNEZ N., R. Evaluación de la Gestión Universitaria. Comisión Nacional de Evaluación y Acreditación Universitaria CONEAU. 2000.
- MEDINE M., J. Modelado de Sistemas Dinámicos y Educación. Annual Best Practices Conference On Teaching and Learning-AMP. Ponce, Puerto Rico: 14. 2003.
- MEDINE M., J. Modelado de Sistemas Dinámicos y Educación en Ciencias e Ingeniería. Latin American and Caribbean Journal of Engineering Education. Vol. 1(2) (2007): 8.
- MEJÍA G., R. Fundamentación de un Sistema de Evaluación a la Gestión Integral de los Procesos Universitarios sobre la Base de la Auditoría como Proceso, para la Universidad Católica de Oriente. Revista Ciencias Estratégicas. Vol. 16 (Enero-Junio 2008): 19. ISSN: 1794-8347.
- MEJÍA N., J. Sobre la Investigación Cualitativa. Nuevos Conceptos y Campos de Desarrollo. Investigaciones Sociales. Año VIII, No. 3: 277-299. 2004.
- MORENO B., M. G. Educación de Calidad y Competencias para la Vida. Revista Educar. No. 35 (2005): 8. ISSN: 1405-4787.
- NAVARRO C., J. Las Organizaciones como Sistemas Abiertos Alejados del Equilibrio. Departamento de Psicología Social. U. de Barcelona. Tesis de Doctorado. 2001. Barcelona.
- ORTIZ A., S. J. M., SANTOS J. Modelización de Variables Soft. Revista de Dinámica de Sistemas. Vol. 2 Núm. 1 (2006): 35.
- ORTIZ, S., LÓPEZ, C., OVIEDO, A. I. Sistema Multiagente para el Apoyo a la Gestión de Inventarios en ITIL mediante el Monitoreo Distribuido de Software y Hardware en una Red Corporativa. Avances en Sistemas e Informática. Vol. 6, Núm. 3 (Diciembre, 2009): 7-13. ISSN: 1657-7663.

ORTIZ Z., F., MANEIRO M., N. Dinámica de Sistemas: Otro Enfoque para Modelación y Simulación en Ingeniería. Ingeniería y Sociedad Universidad de Carabobo: 9. 2006.

OSORIO Q., M., DUQUE V., D., JARAMILLO N., C. Un Sistema Social a través del Enfoque de Sistemas. Scientia Et Technica. Universidad Tecnológica de Pereira. Vol. XIII, No. 035 (Agosto, 2007): 7. ISSN 0122-1701.

OVALLE C., D. A., JIMÉNEZ B., J. A. Sistemas de Enseñanza / Aprendizaje Basados en Agentes Inteligentes Pedagógicos. Avances en Sistemas e Informática. Vol. 2 No. 2 (2005): 10. ISSN: 1657-7663.

PANIGUA A., E., PALMA M., J. T., MARTÍN R., F. Los Sistemas MultiAgente para el Modelado de la Actuación en Organizaciones Humanas. Revista Iberoamericana de Inteligencia Artificial. Vol. No. 14 (2001): 13. ISSN: 1137-3601.

PÁRAMO B., P. La Investigación en las Ciencias Sociales. Técnicas de Recolección de Información. 2008. Bogotá. ISBN: 978-958-97976-4-8.

PATÍÑO, J. O. Modelo Sistémico de Planeación para la Educación Superior en el Instituto Politécnico Nacional. Escuela Superior de Comercio y Administración. Instituto Politécnico Nacional. 2006. México.

PÉREZ G., M. Propuesta Metodológica para Realizar el Análisis Sistémico de las Asignaturas en los Programas de la Universalización. Revista Cubana de Educación Superior. Vol. No 1 (2005): 11.

PÉREZ P., A. L., DYNER R., I. Competencias Laborales: Una mirada desde la Dinámica de Sistemas al Caso Colombiano Educación-Trabajo. 2003.

PÉREZ P., A. L., HOYOS, S., MORENO, G., DÍAZ B., I. Integración de Técnicas de Inteligencia Artificial y Dinámica de Sistemas: Un Caso de Aplicación para la Toma de Decisiones sobre Acciones de Mejoramiento de Gestión Tecnológica en Empresas de Distribución Eléctrica. II Encuentro Colombiano de Dinámica de Sistemas. Universidad Industrial de Santander. 2004. Santa Marta.

RAMOS C., M. Una Arquitectura para Sistemas Inteligentes Adaptativos Basada en el Modelo de Pizarra. Departamento de Tecnologías de las Comunicaciones. Universidad de Vigo. Tesis de Doctorado. 2000. España.

REPÚBLICA DE COLOMBIA. Ley 30. Ministerio de Educación. 1992. Bogotá.

RIZO, R., LLORENS, F. PUJOL, M. Agentes Inteligentes, Sistemas Multiagentes y Aplicaciones. Arquitecturas y Comunicación Entre Agentes. Universidad Alicante. 2003. Alicante.

ROA V., A. Acreditación y Evaluación de la Calidad en la Educación Superior Colombiana. 2003. Bogotá.

ROMERO T., N. L. ¿Y Qué Son las Competencias?¿Quién las Construye?¿Por qué competencias?. Revista Educar. Vol. No. 35 (2005): 10.

RUIZ V., N. Simulación Asistida por Agentes para Sistemas de Fabricación Inteligentes. Departamento de Sistemas Informáticos y Computación. Valencia, Universidad Politécnica de Valencia. Tesis Doctoral. 2008.

SALAZAR S., C. Agentes y Multiagentes Inteligentes: Conceptos, Arquitecturas y Aplicaciones. 2003. Cochabamba, Bolivia.

SANSORES, C., PAVÓN, J. Simulación Social Basada en Agentes. Inteligencia Artificial, Revista Iberoamericana de Inteligencia Artificial. Vol. 9, No. 025 (2005): 71-78. ISSN: 1988-3064.

SCHAFFERNICHT, M. Indagación de Situaciones Complejas mediante la Dinámica de Sistemas. C. Editorial Universidad de Talca. 2009.

SENGE, P. La Quinta Disciplina en la Práctica. 2002.

SUÁREZ de la T., M. M., CASTILLO O., L. F., RÍOS C., C., MUÑOZ, G. M., ARANZAZU A., J. Análisis, Diseño e Implementación de un Agente Deliberativo para Extraer Contextos Definitivos en Textos Especializados. Revista Interamericana. Biblioteca Medellín (Colombia). Vol. 32 No. 2 (julio-diciembre de 2009): 59-84.

TORO J., W. R. Modelo de Simulación Prospectiva de la Demanda de Servicios de Salud para Enfermedades de Alto Costo: Aplicación para una Entidad Promotora de Salud Colombiana. 2003. Valencia, España. ISBN-13: 978-84-691-3370-5.

URBANO C., N. Efectos de la Implementación del Modelo Colombiano de Acreditación de Programas Académicos. Un Análisis a Partir del Caso de los Programas Tecnológicos.

Universita Humanísticas. Vol. No. 64 (Julio-Diciembre de 2007): 139-161. ISSN: 0120-4807.

VALLEJO M., M. I., VALENCIA A., A. C. Perspectivas, Proyectos y Disertaciones Entorno al Tema de la Gestión Educativa: Una Polifonía en Proceso. Educar. Vol. No. 40 (Enero-Marzo 2007): 11.

VERA V., L. La Investigación Cualitativa. 2004.

VILLA G., E. M., CASTELLANOS C., J. R., PONS M., R. A. Aplicación de un Procedimiento para la Gestión de Procesos Docente-Educativo en Universidades. Revista Cubana de Educación Superior. Vol. XXVI (2) (2006): 50-58.

YÁBER G., V. E. Indicadores de Desempeño Clave para Unidades Académicas Universitarias. Revista Venezolana de Gerencia. Vol. No. 20, Año 7 (2002): 15. ISSN: 1315-9984.

YANIZ, C. Las Competencias en el Currículo Universitario: Implicaciones para la Formación del Profesorado. Revista de la Red Estatal de Docencia Universitaria. Vol. 4. No. 2 (2005): 9. ISBN: 1696-1412

## **ANEXOS**

### Anexo A. Grupo de Expertos

<b>Nombre</b>	<b>Cargo</b>	<b>Título</b>
Angélica Echavez Duncán	Directora Programa Ing. Sistemas	Ingeniera de Sistemas
Andrés M. Bahamón Restrepo	Director Programa Ing. Ambiental	Ingeniero Ambiental
Luis Felipe Perilla Pasquel	Director Programas Petroquímicos	Ingeniero Químico
Janneris Rodríguez Gómez	Directora Programa Ing. Industrial	Ingeniera Industrial
Alejandro Mejía Dáger	Director Programa Tec. en Control de Calidad	Ingeniero Industrial
Biviana Ramírez Cardona	Coordinadora de Investigación	Ingeniera Industrial
Juan David Sepúlveda Chaverra	Coordinador de Investigación	Ingeniero Industrial





## Anexo C. MATRIZ DE INFLUENCIAS INDIRECTAS

	1 : A1	2 : A2	3 : A3	4 : A4	5 : A5	6 : A6	7 : A7	8 : A8	9 : A9	10 : A10	11 : A11
1 : A1	143655	146435	123845	101188	244005	469883	287164	309392	225457	305673	379576
2 : A2	176606	179986	151530	123325	298111	583322	355090	379301	279378	380872	470044
3 : A3	214501	218595	183567	148895	362108	716887	435311	462770	347100	476960	585172
4 : A4	205645	209233	176424	143616	348674	681881	415135	444458	331002	453034	558172
5 : A5	282752	286015	242224	196286	482763	952886	581206	621379	479534	664221	815093
6 : A6	596141	600285	510384	412622	1026254	2023392	1237731	1327950	1048152	1462470	1787565
7 : A7	443627	448239	381735	310311	759122	1469067	900513	971029	736638	1012586	1247287
8 : A8	307541	310438	262735	212610	525555	1045567	635895	678416	533668	744272	908904
9 : A9	301081	302491	255180	205213	518133	1047840	636712	677126	556141	786912	950442
10 : A10	381394	382643	322097	258769	660292	1343863	816002	868137	725115	1032121	1242354
11 : A11	385919	388704	326994	263127	667401	1363522	824717	873606	724137	1029402	1241583
12 : A12	225294	225591	189003	151458	390020	808434	487807	515876	443071	636833	762155
13 : A13	150888	151661	126277	101119	260883	547834	328849	345834	298887	430904	514589
14 : A14	182398	183274	152709	122306	315055	660985	396578	416793	360429	519371	619843
15 : A15	31939	32121	26488	21066	54495	115087	68811	71854	62573	90019	105721
16 : A16	68689	68980	58135	46602	117113	235188	143118	152132	124290	175248	210502
17 : A17	509487	510913	432078	347951	880147	1779158	1080999	1151802	950888	1348938	1630472
18 : A18	242619	243751	205109	165118	419680	856027	518238	550338	457552	651284	784921
19 : A19	193084	195804	163410	130947	328914	682550	410559	429522	353947	502588	603400
20 : A20	247296	249193	209625	168377	422884	865954	523369	552379	453468	643167	776261
21 : A21	324202	324991	273231	219508	558168	1143485	691517	732945	614396	876657	1054092
22 : A22	159460	160909	134607	108303	270873	556177	335061	353240	288348	408596	492525
23 : A23	347836	350338	294936	238054	603319	1223797	741766	789554	651554	923935	1117885
24 : A24	377340	378696	318316	255775	658064	1353058	819364	869470	737525	1055329	1270267
25 : A25	93800	93785	78407	62767	161898	339750	203817	214544	187379	270915	322953
26 : A26	182514	182342	152636	122313	318602	668599	402095	424732	373244	541444	647429
27 : A27	71229	71557	59680	47855	123336	260451	155957	163727	142185	205836	246541
28 : A28	71229	71557	59680	47855	123336	260451	155957	163727	142185	205836	246541
29 : A29	214129	214206	180240	144848	372353	769391	464471	492330	422374	607775	730747
30 : A30	113776	113798	95390	76571	198236	415677	249547	263363	230411	324239	400462
31 : A31	71908	72267	60236	48263	124799	262654	157485	165503	144187	208368	248797
32 : A32	74308	75800	63216	51028	127123	257402	155426	164317	130039	182115	220087
33 : A33	100474	102244	85482	68830	172442	351935	212473	224018	180810	254808	307598
34 : A34	163752	165094	137028	109752	282560	595777	356591	373635	322791	465339	554646
35 : A35	158101	159759	134199	108352	270650	547848	331494	351632	282676	398164	482777
36 : A36	222283	222409	186849	150076	383690	797988	479981	506501	433216	623955	749859
37 : A37	66396	67315	55952	45016	113652	234276	141026	148557	121734	172383	207009
38 : A38	150459	153371	129106	104883	251796	491475	299465	319409	234326	318696	392217
39 : A39	140939	143717	120768	98013	235727	462664	281414	299455	220994	301368	370068
40 : A40	213282	217044	184031	150114	359838	688822	422335	455092	328580	443608	550844
41 : A41	240318	244891	205931	167269	404404	793660	482742	514766	382542	523025	642485
42 : A42	237309	241779	203314	165103	399733	785317	477560	509195	379272	519052	637442
43 : A43	201162	205073	171445	138731	338385	679265	410530	433754	333342	461497	561953
44 : A44	209941	213630	177959	143483	353813	717922	432620	455662	358305	500487	603937
45 : A45	209941	213630	177959	143483	353813	717922	432620	455662	358305	500487	603937
46 : A46	159830	162478	134547	107978	268464	555461	332762	347689	281654	397635	474813
47 : A47	178686	180508	152516	123739	305403	603561	367346	393302	306959	426747	521985
48 : A48	68188	69036	57949	47081	116015	232275	140194	149237	117747	164632	200401
49 : A49	122265	124373	104025	83864	208651	423596	256057	270237	215190	301749	365244
50 : A50	46444	47448	38786	30981	78659	167410	99581	103168	87239	124914	147683
51 : A51	488468	489064	415936	335404	845004	1679319	1027039	1101910	895702	1261962	1532736

© UFSOR-EPTA-MICMAC

	12 : A12	13 : A13	14 : A14	15 : A15	16 : A16	17 : A17	18 : A18	19 : A19	20 : A20	21 : A21	22 : A22
1 : A1	144236	104103	185431	89408	108005	211519	203691	186213	254928	157411	173294
2 : A2	180148	130125	230290	111572	134947	260122	250092	227310	313801	196021	213071
3 : A3	226329	163368	287688	140688	170255	319616	307230	277628	387312	245498	263877
4 : A4	214861	154914	273810	133476	161461	306358	295028	267770	371428	233568	253281
5 : A5	318316	228957	400596	199097	241283	437173	421667	377880	536621	346684	369423
6 : A6	705130	505960	884453	445290	539131	945730	913903	815725	1169904	766251	812849
7 : A7	484027	347677	614360	303033	366508	678742	655814	593978	830196	527350	571619
8 : A8	357376	256718	448014	224419	272012	481253	464795	415377	594432	388367	410653
9 : A9	381175	273174	473304	242072	293877	490517	473977	417711	613160	411806	427830
10 : A10	501588	359055	618568	319389	388258	633589	612221	534866	796224	541511	558214
11 : A11	497508	356729	614967	315468	383492	632927	611151	535138	793185	537391	554168
12 : A12	310264	221970	379936	197981	240834	380856	368465	319581	482874	334492	339761
13 : A13	209708	150256	256016	133575	162627	255126	246494	212623	323726	225809	227582
14 : A14	252196	180714	308970	160912	195816	307389	297140	257215	389945	271217	273940
15 : A15	43559	31207	53901	27960	34081	53053	51218	44704	66985	46082	46831
16 : A16	84455	60549	106206	53988	65368	110064	106376	94931	136848	90750	95329
17 : A17	654344	468276	807853	414709	503818	836494	809371	711163	1049785	709333	734606
18 : A18	315697	225938	388505	200032	243342	399926	386536	337965	502419	341386	351517
19 : A19	241253	173702	300165	152832	185674	309085	297384	260881	384635	259530	266803
20 : A20	310457	222804	385186	196667	238646	398931	385036	339209	497875	335330	346243
21 : A21	425646	304557	523977	270360	328635	535590	518073	453544	674360	459812	471950
22 : A22	197021	141423	244267	124351	150942	254095	245226	216494	316735	212726	219503
23 : A23	446404	320201	552272	283127	344138	571227	551780	483174	715817	483615	500395
24 : A24	513994	368080	628613	326514	397616	637747	616353	532951	806361	556489	567400
25 : A25	131793	94237	161507	84499	102706	159454	154451	134112	203069	141531	142855
26 : A26	264727	189174	320753	169020	205799	316932	306870	263031	405460	286204	286932
27 : A27	100222	71793	121887	63738	77514	121033	117043	100726	154149	108320	108516
28 : A28	100222	71793	121887	63738	77514	121033	117043	100726	154149	108320	108516
29 : A29	295954	211697	362331	188900	229433	363368	351954	305489	461552	320266	325298
30 : A30	162748	116387	198114	104066	126484	195854	189704	163470	250193	175993	176821
31 : A31	101203	72516	123571	64591	78662	122456	118365	101926	155777	109047	109677
32 : A32	86733	62553	109259	54730	66406	115673	111163	98708	142125	93184	98090
33 : A33	121761	87793	152773	77184	93639	159332	153206	135182	197008	130981	136581
34 : A34	225425	161709	275931	143509	174826	274864	265334	228975	348275	242433	244315
35 : A35	191488	137544	238307	120623	146400	251184	242324	214388	311840	207451	216174
36 : A36	303568	217078	370949	192942	234375	373347	361603	314517	473856	328547	332772
37 : A37	83077	59739	102198	52036	63545	106715	102721	89502	132982	89883	92305
38 : A38	150294	108589	193215	93212	112522	218729	210386	192367	263407	163534	178637
39 : A39	142192	102746	182425	88240	106587	205445	197536	180201	247692	154492	168013
40 : A40	209291	151051	270204	129679	156327	310257	298889	274669	372904	228753	253367
41 : A41	247281	178547	316438	153782	185875	354256	340777	309998	428297	268430	291317
42 : A42	245672	177347	313927	152776	184728	350776	337482	306672	424446	266651	288887
43 : A43	218617	157944	277701	136807	165671	302313	290598	261417	368506	236417	251494
44 : A44	238056	171611	300615	149684	181498	320629	308410	276093	393178	255858	269607
45 : A45	238056	171611	300615	149684	181498	320629	308410	276093	393178	255858	269607
46 : A46	189554	136506	237793	119694	145386	247647	238255	211744	305989	202752	210466
47 : A47	204346	146882	257753	128704	155759	277773	268274	240847	342142	221867	236092
48 : A48	78417	56355	98844	49379	59790	105435	101895	91509	130329	84875	89712
49 : A49	144015	103872	181090	90964	110324	191293	183916	163012	235632	155278	162691
50 : A50	59648	43067	74322	38088	46300	74393	71403	62194	92819	63425	64437
51 : A51	612534	438226	760836	388650	471442	796995	771543	682518	996152	665016	696921

© LPSOR-EPTA-MICMAC

	23 : A23	24 : A24	25 : A25	26 : A26	27 : A27	28 : A28	29 : A29	30 : A30	31 : A31	32 : A32	33 : A33
1 : A1	208163	245534	153001	163767	110304	110304	164899	97521	89267	78699	84041
2 : A2	256834	306033	189623	204633	137742	137742	205582	121651	111384	97065	103691
3 : A3	319282	385336	236586	257636	174306	174306	257919	153226	140118	118762	127214
4 : A4	305720	365772	225592	244474	165494	165494	245157	145704	133208	113812	121880
5 : A5	449565	543886	332924	365295	250536	250536	364581	218336	198867	160735	173272
6 : A6	988519	1202858	735049	807154	558130	558130	800765	482763	438269	340586	368786
7 : A7	689150	820729	508849	550096	376015	376015	548643	328725	299283	246836	265377
8 : A8	501397	610903	371920	410952	283338	283338	409038	246039	223717	176861	191104
9 : A9	524695	650444	393180	437970	304957	304957	432369	261847	237142	176495	191984
10 : A10	687423	859748	515787	578606	404892	404892	570487	346104	313157	226311	247150
11 : A11	685412	860890	511664	578413	404572	404572	572508	346736	314212	229850	250875
12 : A12	421448	533952	316879	360117	253439	253439	354482	215955	195112	137063	150263
13 : A13	283706	363313	213389	244796	172382	172382	241378	146896	132792	92621	101653
14 : A14	341317	436277	256755	294024	207035	207035	289794	176425	159397	111806	122601
15 : A15	57614	73199	43907	49449	34515	34515	48329	29453	26536	18860	20536
16 : A16	115431	141612	87141	95221	65931	65931	93472	56713	51217	38822	42012
17 : A17	904578	1123440	674595	757160	529324	529324	748217	454142	411222	301479	328800
18 : A18	434679	544697	324358	366679	256587	256587	362530	219871	199196	144796	158154
19 : A19	329801	416587	247528	279494	194424	194424	276806	166979	151462	113055	122847
20 : A20	426535	533530	319386	358913	249632	249632	354974	214784	194739	145602	158328
21 : A21	582764	729986	436582	492364	344466	344466	485589	295054	267039	193946	211745
22 : A22	270208	337313	202312	227224	157442	157442	224956	135892	123353	93652	101606
23 : A23	618717	773561	461273	519750	363720	363720	515498	311650	282338	207453	226382
24 : A24	705856	891831	527074	600986	423267	423267	594134	360849	326575	229935	252304
25 : A25	177699	226952	134132	153149	107955	107955	150447	91885	82898	57920	63541
26 : A26	359556	461790	269597	311385	220852	220852	306803	187392	169249	114698	126572
27 : A27	136140	175551	101971	118184	83542	83542	116735	71150	64372	44557	49047
28 : A28	136140	175551	101971	118184	83543	83542	116735	71150	64372	44557	49047
29 : A29	404792	514018	303191	346128	244370	244370	341360	208127	188077	131760	144746
30 : A30	221578	285256	166166	191801	136026	136026	189188	115501	104304	71458	78806
31 : A31	137219	176449	103152	118799	83934	83934	117216	71382	64456	44562	49000
32 : A32	119901	149578	89609	99595	68599	68599	99101	59358	53963	42082	45484
33 : A33	167920	211052	125694	140733	97626	97626	139780	84000	76251	57909	62833
34 : A34	305147	391874	229399	263761	185691	185691	260384	158269	143067	100303	110004
35 : A35	265736	329653	197894	221455	153367	153367	219934	132499	120374	92221	100053
36 : A36	414968	527064	310116	355591	250455	250455	350965	213946	193639	137304	150624
37 : A37	114218	143360	85166	96659	67094	67094	96026	57859	52518	38961	42378
38 : A38	213987	252856	158396	169019	113510	113510	169372	100348	91761	80895	86148
39 : A39	201683	239540	149476	160173	107696	107696	160437	95098	86943	76105	81102
40 : A40	302127	352387	222337	235093	157725	157725	236130	139768	127885	114185	121592
41 : A41	350601	418519	259699	279695	188757	188757	280197	166282	151948	131219	140154
42 : A42	347960	416000	257740	278136	187803	187803	278568	165423	151134	129955	138887
43 : A43	305856	372930	227939	249613	170037	170037	249425	148549	135416	112475	120642
44 : A44	328304	404687	245792	271121	185460	185460	269444	161382	146783	118032	126946
45 : A45	328304	404687	245792	271121	185460	185460	269444	161382	146783	118032	126946
46 : A46	257621	321957	193947	216237	148742	148742	213942	128781	116843	90903	98030
47 : A47	287058	348434	213456	233785	160664	160664	232715	139657	126951	101988	110020
48 : A48	109776	134729	81598	90293	62233	62233	90002	54073	49139	39454	42590
49 : A49	199469	248220	149134	165897	114512	114512	165015	98900	89884	69918	75617
50 : A50	79764	102891	60586	68721	47884	47884	67923	40943	37027	27036	29368
51 : A51	851687	1043812	635126	703030	489926	489926	694331	420994	381183	284391	309453

© UPSOR-EPTA-MICMAC

	34 : A34	35 : A35	36 : A36	37 : A37	38 : A38	39 : A39	40 : A40	41 : A41	42 : A42	43 : A43	44 : A44
1 : A1	98525	182660	180254	127552	19048	18764	77315	80663	93823	82793	164113
2 : A2	122786	224920	223670	156932	23650	23345	93161	98081	114053	101145	201448
3 : A3	155007	276237	278958	193958	28926	28578	112093	119395	138013	122985	249289
4 : A4	147357	264865	266106	186094	27534	27134	109067	115429	133427	118279	239387
5 : A5	221679	377156	391926	270857	37693	37127	150648	162198	184877	164585	348207
6 : A6	494354	808961	857364	588936	78500	77194	320800	350212	392626	351585	771669
7 : A7	334935	581721	594758	414865	58165	57074	240497	256925	292663	260323	544074
8 : A8	250384	416310	437890	300147	41196	40531	163325	177606	201429	179115	387159
9 : A9	268744	420904	458479	309072	40214	39610	158790	177521	196885	176836	405677
10 : A10	355590	542477	601775	403665	50919	50216	200623	226810	249086	224417	527407
11 : A11	354517	547134	603885	405161	52524	51838	201965	226236	251347	225066	518522
12 : A12	221890	328629	371434	246290	30496	30062	116881	134214	146534	131753	319558
13 : A13	150354	221391	251845	166273	20795	20546	77029	88815	97312	87347	212279
14 : A14	180825	267179	302746	199642	25169	24845	93352	107302	117861	105535	256293
15 : A15	30402	45527	50765	33085	4408	4344	16038	18665	20461	18463	44985
16 : A16	58706	93458	99861	67337	9024	8862	36258	40528	44942	40580	92460
17 : A17	465187	719816	791737	533435	68090	66955	269612	302304	334337	299916	691568
18 : A18	224792	345195	382328	256532	32823	32342	127069	143145	158227	141881	329114
19 : A19	170572	267988	291958	195021	26562	26337	98412	109969	123888	111297	250394
20 : A20	219382	345254	375247	252306	33744	33285	128368	143719	160732	144172	325950
21 : A21	302439	462553	512049	342390	43729	43053	169153	191665	211400	189624	444707
22 : A22	138553	220860	238142	160158	21804	21504	81917	91627	102925	92017	206623
23 : A23	318641	493571	544217	366639	46901	46284	183697	204374	227225	202725	467880
24 : A24	369518	550019	622840	415565	50980	50343	197716	224338	245811	220810	528104
25 : A25	94406	138685	157103	103367	12963	12759	48269	55972	61147	54671	134596
26 : A26	192186	275242	318912	210269	24981	24652	94331	109817	118822	106632	266332
27 : A27	72690	105998	121429	80116	9916	9798	36313	41916	45969	41100	100251
28 : A28	72690	105998	121429	80116	9916	9798	36313	41916	45969	41100	100251
29 : A29	213671	315164	357318	237503	29124	28678	112094	128176	140029	125356	304119
30 : A30	118435	170981	196810	129887	15686	15476	58901	68169	74209	66270	164143
31 : A31	73021	106632	122082	80391	9965	9844	36830	42455	46547	41626	101960
32 : A32	60521	99560	105537	71696	10177	10078	38449	42017	47697	42709	92325
33 : A33	85856	137403	148071	99927	13755	13640	52044	57264	64675	57973	128286
34 : A34	161823	239393	271745	178993	22727	22477	83098	95405	105229	94192	227382
35 : A35	134979	217575	233639	158445	21453	21168	82553	91104	102550	91532	202795
36 : A36	219010	326185	367423	244004	30571	30103	115109	131843	144907	129405	310051
37 : A37	58587	92351	101430	67982	9096	8998	33836	37844	42508	38093	85614
38 : A38	101784	188372	185195	130046	19781	19506	79169	83265	97016	86418	171007
39 : A39	96420	177175	174996	122439	18628	18380	73774	77848	90676	80794	160565
40 : A40	141826	266099	259630	184493	27707	27260	114721	119555	139004	123475	242649
41 : A41	168563	305708	304705	212839	31963	31529	126398	133722	155158	137942	277276
42 : A42	167593	302761	302614	211190	31637	31199	124766	132190	153236	136247	274645
43 : A43	150769	262539	268307	184337	27148	26857	104107	111543	129107	114730	238152
44 : A44	164364	277499	288439	195934	28620	28272	107636	117505	134458	120077	256036
45 : A45	164364	277499	288439	195934	28620	28272	107636	117505	134458	120077	256037
46 : A46	131427	214830	227485	152173	22030	21766	80438	89532	101836	91187	200023
47 : A47	142435	239869	249879	172033	23796	23410	95307	102983	116901	103716	224011
48 : A48	55006	92328	96371	65811	9241	9089	35877	38811	44364	39033	84668
49 : A49	100918	165118	175525	119061	16627	16478	63367	69227	78636	70375	153172
50 : A50	42009	64498	71126	46761	6482	6446	22849	25910	29144	26214	60804
51 : A51	432661	680491	739114	502365	63953	62796	262752	291939	322623	289899	662006

© LPSOR-EPTA-MICMAC

	45 : A45	46 : A46	47 : A47	48 : A48	49 : A49	50 : A50	51 : A51
1 : A1	159443	172362	142196	163019	67732	83230	258072
2 : A2	195755	212010	174019	199992	82388	100969	321772
3 : A3	242008	262707	214775	247197	100775	123692	400763
4 : A4	232354	251883	206803	237579	97431	119760	379699
5 : A5	336265	366396	300748	345319	138099	172392	548631
6 : A6	742633	811493	664459	762942	300156	380180	1195892
7 : A7	525734	571268	470281	539004	217895	272432	838869
8 : A8	373600	407725	333844	383808	152366	190082	609400
9 : A9	389638	427794	347305	400241	153877	195592	636487
10 : A10	505598	556509	451053	520222	197341	252682	830626
11 : A11	498568	547632	444597	513769	197365	249069	829971
12 : A12	306155	337795	272963	315463	118235	151134	506717
13 : A13	203568	224837	181173	209854	78559	99700	343048
14 : A14	245965	271463	218543	253409	95167	120484	413285
15 : A15	43244	47745	37771	44068	16505	20871	72417
16 : A16	88922	97462	78624	90808	35088	44694	142986
17 : A17	663979	729076	594318	684367	262683	333526	1084907
18 : A18	316127	347430	282462	325908	124597	157760	523268
19 : A19	241538	265176	213657	247910	96022	119466	410666
20 : A20	313754	344290	279203	322163	124724	156236	521043
21 : A21	426897	469520	380914	439419	167287	212206	701881
22 : A22	199176	218388	177025	204282	79393	98802	331173
23 : A23	449593	493779	401872	463989	178309	226024	745415
24 : A24	505955	557839	453142	523584	196897	252231	843277
25 : A25	129013	142465	114608	132607	49698	62948	213957
26 : A26	254685	281723	228188	263768	97617	125032	425829
27 : A27	96155	106167	85960	99471	37295	47066	162572
28 : A28	96155	106167	85960	99471	37295	47066	162572
29 : A29	291364	321198	260868	301117	113310	144532	481003
30 : A30	157212	173642	140742	162727	60770	77251	262652
31 : A31	97784	108027	87069	100975	37777	47866	165412
32 : A32	89344	97632	78843	91423	36220	44924	151049
33 : A33	123878	135692	109533	127077	49782	62088	209755
34 : A34	218427	241062	193920	225217	84721	106765	371637
35 : A35	195560	214028	174302	201049	78639	98278	324362
36 : A36	297507	327639	266365	307348	116312	146761	493017
37 : A37	82535	90645	73389	85074	32775	40961	141015
38 : A38	166319	179933	147515	169570	70110	85853	270714
39 : A39	156161	169076	138357	159196	65643	80271	255661
40 : A40	235793	254619	210186	240772	100197	123517	376822
41 : A41	269390	291954	238921	274925	112916	138480	441367
42 : A42	266756	289220	236639	272273	111647	136985	437353
43 : A43	231101	251480	204340	236118	95453	116985	386116
44 : A44	248158	270727	218599	253195	100970	124154	415610
45 : A45	248157	270727	218599	253195	100970	124154	415610
46 : A46	193729	212004	169951	197538	77691	95326	327815
47 : A47	216250	235789	192831	221694	88273	110433	350238
48 : A48	81952	89290	72866	84014	33630	41438	134217
49 : A49	148030	161898	131005	151776	59823	74436	249517
50 : A50	58752	64703	51268	60031	22994	28487	102486
51 : A51	635114	696434	569132	653850	252013	322643	1019227

© LPSOR-EPTA-MICMAC

## Anexo D. MODELO DE TAREAS

### Agente Estudiante → Agente Director

Objetivo	Actividades	Periodicidad
Ingresar a la Institución	Solicitar información sobre el programa académico (Aspirante)	Por una vez
	Diligenciar la inscripción y presentar documentación (Inscrito)	
	Realizar las pruebas de ingreso	
	Reclamar liquidación valor de la matricula	
Proceso de Graduación	Realizar la matricula académica primer semestre (Estudiante)	Por una vez
	Verificar terminación académica del proceso de formación (Egresado)	
	Solicitar volante pago derechos grado	
	Presentar documentación requerida	
	Solicitar certificado (Graduado)	

### Agente Estudiante ← Agente Director

Objetivo	Actividades	Periodicidad
Ingresar a la Institución	Entregar información sobre el programa de interés	Por una vez
	Solicitar la documentación requerida para inscripción	
	Realizar la liquidación valor de la matricula	
	Formalizar la matrícula académica primer semestre	
Graduación	Publicar listados de graduandos potenciales	Por una vez
	Realizar volante de pago de derechos grado	
	Solicitar la documentación requerida	
	Realizar ceremonia entrega certificados (diplomas)	

### Agente Estudiante → Agente Director

Objetivo	Actividades	Periodicidad
Matrícula	Reclamar volante de pago matrícula	Todos los semestres
	Consultar horarios de clase	
	Realizar y firmar la matrícula académica	
Retiro	Entregar carta para retiro semestre	Según solicitud

Reingreso	Entregar carta solicitud reingreso	Según solicitud
	Recibir respuesta	
	Reclamar volante pago matrícula	
	Consultar horarios de clase	
	Realizar y firmar la matrícula académica	
Transferencia	Realizar la solicitud de transferencia	Según solicitud
	Solicitar resultados estudio niveles cursados	
	Recibir respuesta niveles homologados	
	Diligenciar la inscripción y presentar documentación (Inscrito)	
	Reclamar volante de pago de matrícula	
	Consultar horarios de clase	
	Realizar y firmar la matrícula académica	

**Agente Estudiante ← Agente Director**

Objetivo	Actividades	Periodicidad
Matrícula	Realizar y entregar la liquidación valor de la matrícula	Todos los semestres
	Realizar programación de actividades académicas	
	Publicar horarios de clase	
	Formalizar la matrícula académica	
Retiro	Recibir carta de retiro	Según solicitud
	Responder carta retiro	
Reingreso	Recibir carta solicitud reingreso	Según solicitud
	Entregar respuesta	
	Realizar la liquidación valor de la matrícula	
	Publicar horarios de clase	
	Formalizar la matrícula académica	
Transferencia	Recibir la solicitud de transferencia	Según solicitud
	Realizar el estudio niveles cursados	
	Entregar respuesta niveles homologados	
	Solicitar la documentación requerida	
	Realizar la liquidación valor de la matrícula	
	Publicar horarios de clase	
	Formalizar la matrícula académica	

**Agente Estudiante → Agente Docente**

Objetivo	Actividades	Periodicidad
Formación	Asistir a las aulas de clase	Todos los semestres
	Participar en las actividades de formación	
	Realizar proyectos de aula	
	Asistir a las tutorías	

**Agente Estudiante ← Agente Docente**

Objetivo	Actividades	Periodicidad
Formación	Preparar y asistir a las aulas de clase	Todos los semestres
	Entregar la programación de actividades	
	Cumplir desarrollo actividades	
	Coordinar y evaluar proyectos de aula	
	Realizar las tutorías	
	Entregar informes evaluaciones	

**Agente Docente → Agente Director**

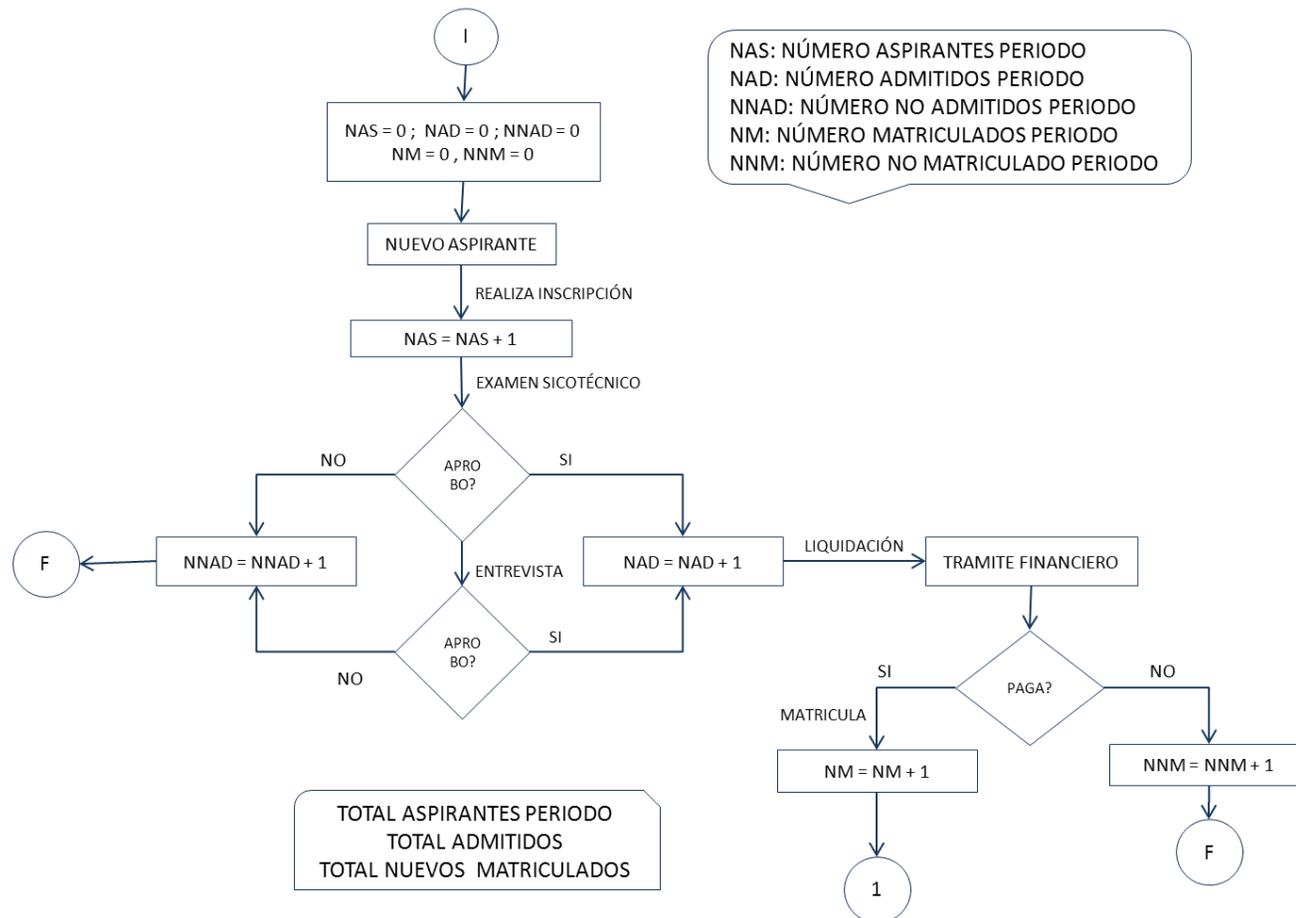
Objetivo	Actividades	Periodicidad
Ingreso	Presentar hoja de vida	Por una vez
	Presentar pruebas de ingreso	
	Presentar documentación	
	Firmar contrato: cátedra / dedicación	
Asignación actividades	Solicitar la asignación de las actividades	Todos los semestres
	Entregar la programación de actividades	
	Cumplir con las actividades según la asignación	

**Agente Docente ← Agente Director**

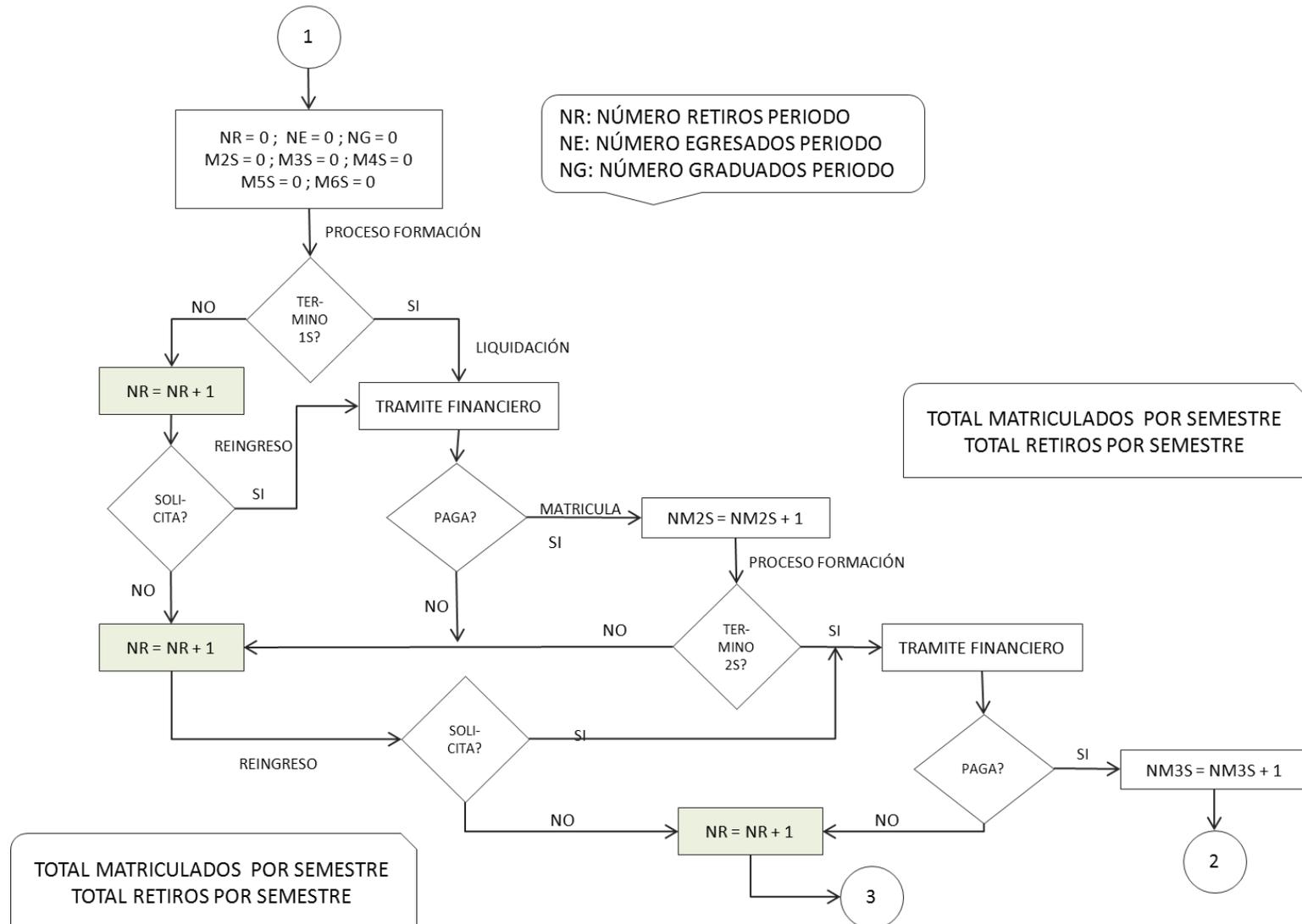
Objetivo	Actividades	Periodicidad
Abrir convocatoria	Revisar necesidades según proyecciones	Todos los semestres
	Publicar la convocatoria docentes nuevos	
Ingreso	Seleccionar las hojas de vida	Todos los semestres
	Realizar pruebas de ingreso	
	Seleccionar según necesidades: dedicación, cátedra	
	Realizar la inducción	
Asignación actividades	Solicitar la programación de las actividades docentes	Todos los semestres
	Revisar la programación según actividades	

## Anexo E. ALGORITMOS PROCESOS DE LA GESTIÓN EDUCATIVA

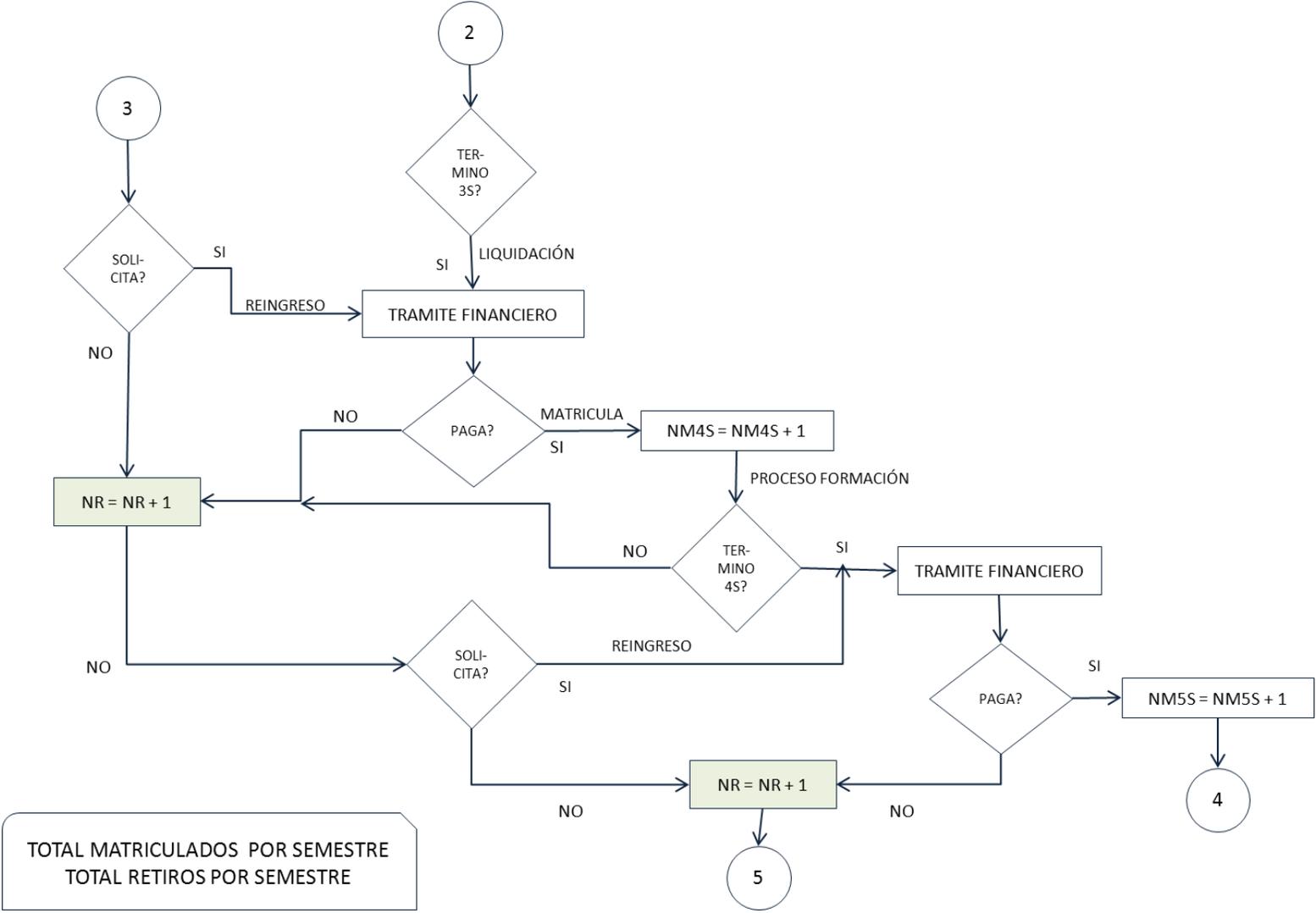
### PROCESO INGRESO ESTUDIANTES



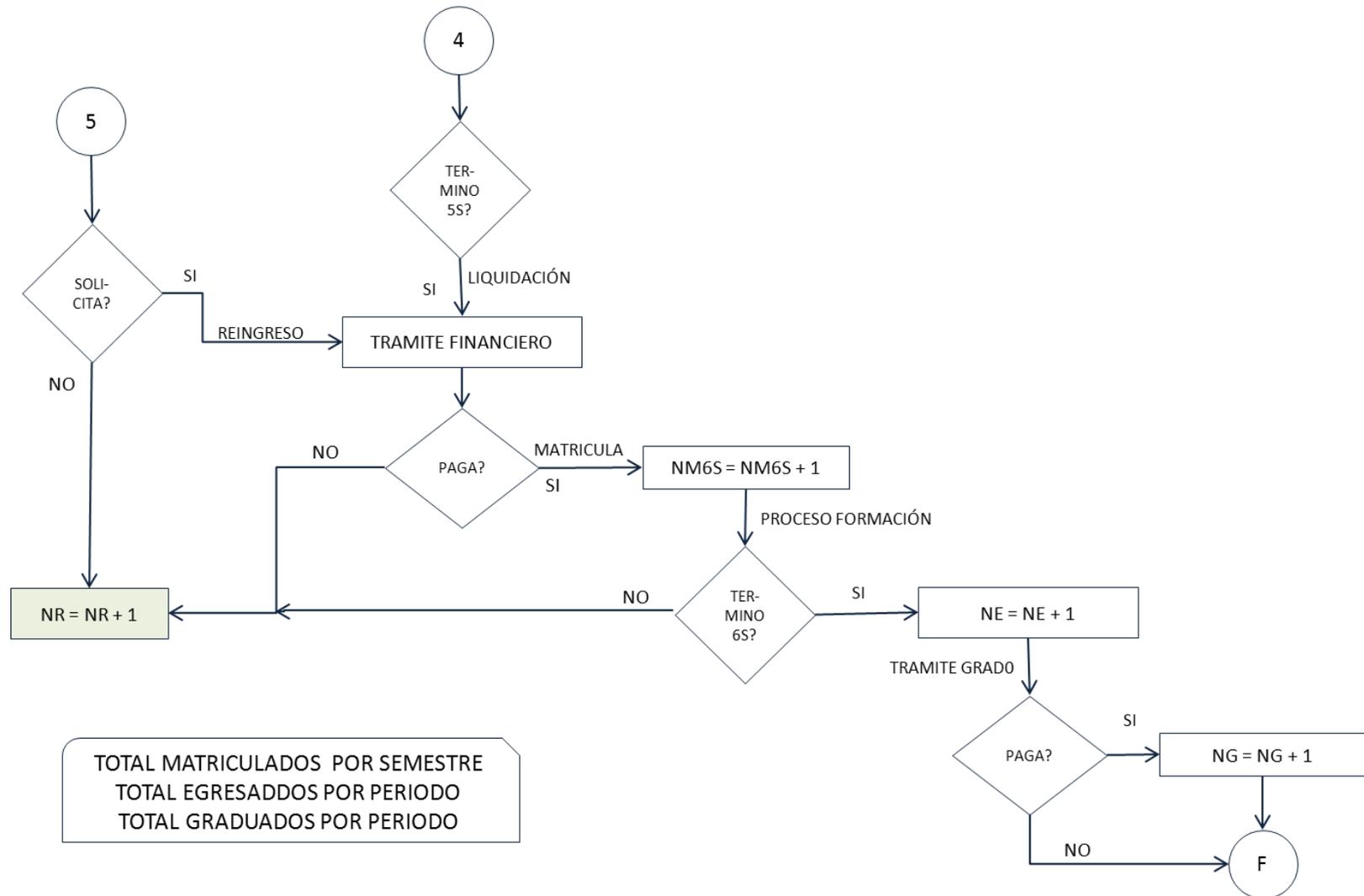
## PROCESO FORMACIÓN ESTUDIANTES



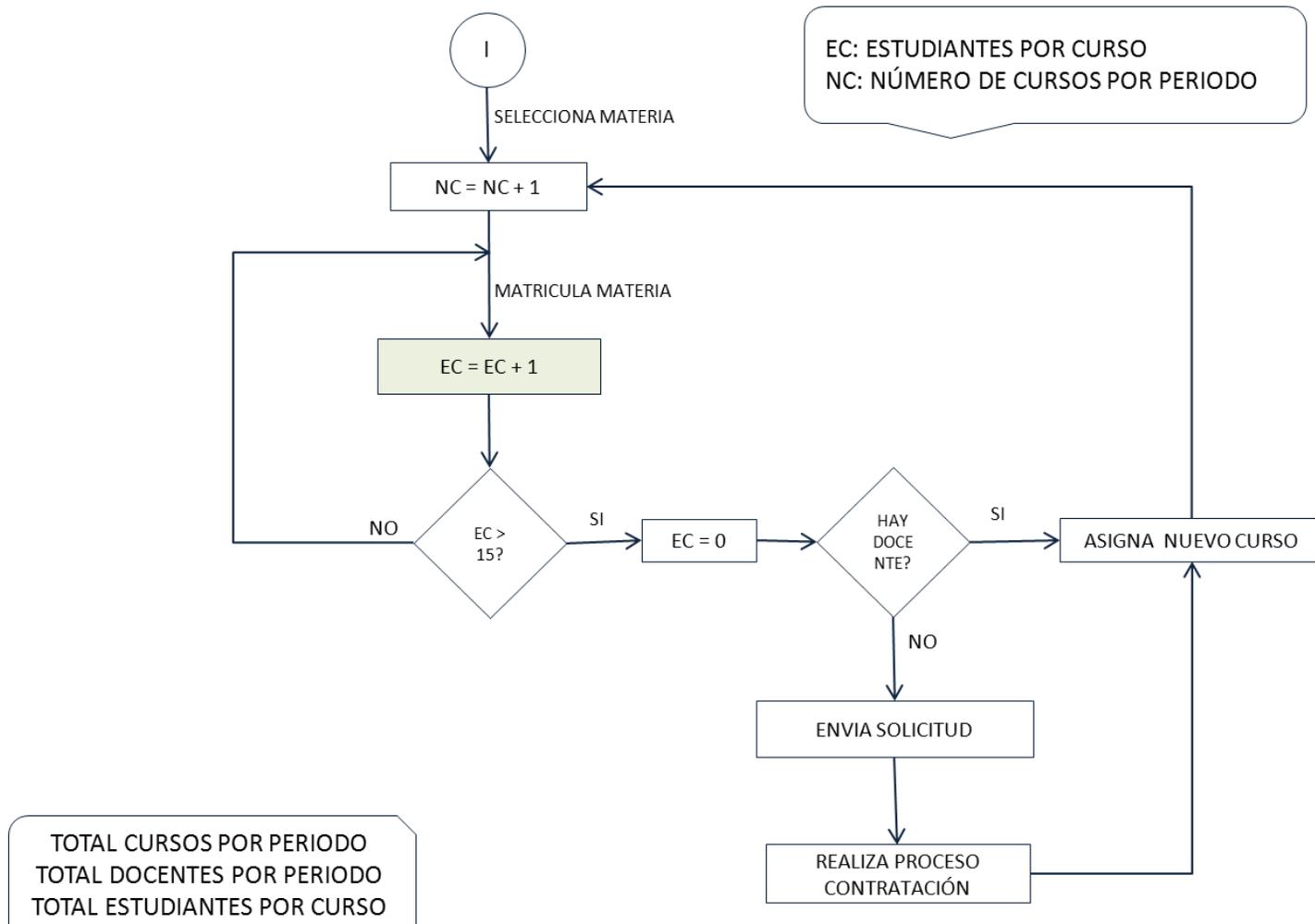
# PROCESO FORMACIÓN ESTUDIANTES



## PROCESO FORMACIÓN ESTUDIANTES



## CONFORMACIÓN DE CURSOS



## Anexo F. INFORMACIÓN HISTÓRICA

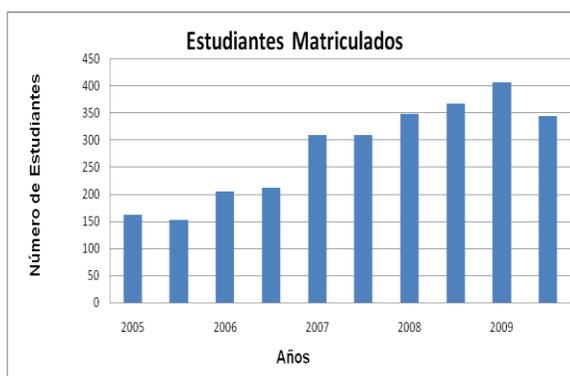
### PROGRAMA DE PRODUCCIÓN INDUSTRIAL FUNDACIÓN UNIVERSITARIA TECNOLÓGICO COMFENALCO

#### Número de Aspirantes e Inscritos Período 2005-2009

	2005		2006		2007		2008		2009	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
Aspirantes	74	72	182	103	210	97	225	122	192	119
Inscritos	44	37	109	64	162	68	162	92	177	83

#### Número de Matriculados Período 2005 – 2009

PERIODO ACADEMICO	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	TOTAL
<u>I-05</u>	44	16	31	28	22	21	162
<u>II-05</u>	27	31	16	24	30	24	152
<u>I-06</u>	173	94	34	20	30	35	386
<u>II-06</u>	122	121	83	35	21	33	415
<u>I-07</u>	236	96	112	76	32	24	576
<u>II-07</u>	149	147	78	99	75	31	579
<u>I-08</u>	270	120	110	74	91	73	738
<u>II-08</u>	168	186	107	101	78	88	728
<u>I-09</u>	265	147	159	88	117	61	837
<u>II-09</u>	186	189	128	136	90	123	852



Fuente: Informe Autoevaluación del Programa. Febrero 2010

<b>Número De Egresados</b>	
IP/2005	19
IIP/2005	20
IP/2006	21
IIP/2006	34
IP/2007	24
IIP/2007	27
IP/2008	30
IIP/2008	60
IP/2009	60
IIP/2009	47

Fuente: Informe Autoevaluación del Programa. Febrero 2010

### **Número de Docentes Segundo Período 2009**

<b>Docentes Por Tipo De Vinculación</b>	
Catedrático	266
Tiempo Completo	78
Medio Tiempo	16
3/4 Tiempo	3
Total	363

<b>Docentes Por Nivel De Formación</b>	
Técnicos	4
Tecnólogos	2
Profesionales	150
Especialistas	179
Magister	27
Doctorado	1
Total	363

Fuente: Informe Autoevaluación de Programa. Febrero 2010

PROGRAMA DE TECNOLOGIA EN PRODUCCIÓN INDUSTRIAL PLAN 070214				 <b>FUNDACIÓN UNIVERSITARIA TECNOLÓGICO COMFENALCO</b>													
<b>I</b>		<b>II</b>		<b>III</b>		<b>IV</b>		<b>V</b>		<b>VI</b>							
CÁLCULO DIFERENCIAL 4 1410710 4		CÁLCULO INTEGRAL 4 1420710 4		CÁLCULO VECTORIAL 4 1430710 4		ECUACIONES DIFERENCIALES 4 1440710 3		SISTEMAS DE COSTEO 4 1450710 3		MANTENIMIENTO INDUSTRIAL 3 1460710 2							
ALGEBRA Y GEOMETRIA 4 1410711 4		ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA 3 1420711 3		ESTADÍSTICA INFERENCIAL 3 1430711 3						AMBIENTE Y DESARROLLO 2 1460711 1							
QUIMICA GENERAL Y LABORATORIO 5 1410712 3		FISICA MECÁNICA Y LABORATORIO 5 1420712 4		FÍSICA ELÉCTRICA Y LABORATORIO 5 1430712 4		FISICA ONDULATORIA Y LABORATORIO 5 1440711 4		INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES I 4 1450711 3		LOGISTICA 4 1460712 3							
ALGORITMO 3 1410713 2		DIBUJO TÉCNICO 3 1420713 2		ALGEBRA LINEAL 3 1430713 3		METODOS Y TIEMPOS 4 1440712 3		PRODUCCIÓN I 4 1450712 3		PRODUCCIÓN II 4 1460713 3							
COMUNICACIÓN ORAL Y ESCRITA 3 1410714 2		CIENCIA DE LOS MATERIALES 3 1420714 2		PROCESOS DE MANUFACTURA 3 1430714 2		ELECTIVA I 3 1440713 3		ELECTIVA II 3 1450713 3		SEGURIDAD INDUSTRIAL 3 1460714 2							
CIENCIA Y TECNOLOGIA 2 1410715 1		SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN 2 1420715 1		TALLER PROCESOS DE MANUFACTURA 3 1430715 1		ELECTIVA DE ÉNFASIS I 3 1440714 3		ELECTIVA DE ÉNFASIS II 3 1450714 3		ELECTIVA DE ÉNFASIS III 3 1460715 3							
PROYECTO DE VIDA 2 1410716 1		DEPORTE, RECREACIÓN Y CULTURA 2 1420716 1		INTRODUCCIÓN A PRODUCCION 2 1430717 1		ADMINISTRACIÓN GENERAL 2 1440715 1		INICIATIVA EMPRESARIAL 3 1450715 2		ETICA PROFESIONAL 2 1460716 1							
<b>TOTALES</b> 23 7 17		<b>TOTALES</b> 22 7 17		<b>TOTALES</b> 23 7 18		<b>TOTALES</b> 21 6 17		<b>TOTALES</b> 21 6 17		<b>TOTALES</b> 131 40 101							
AREAS			FUNDAMENTACION CIENTIFICA			FUNDAMENTACION BASICA			FUNDAMENTACION HUMANISTICA			FUNDAMENTACION COMUNICATIVA			FUNDAMENTACION ESPECIFICA TECNOLÓGICA		
Horas Obl.	Asig. Obl.	Cred. Obl.	43	10	37	23	8	16	19	8	11	5	2	3	26	7	19
Horas elect.	Asig. Elect.	Cred. Elect.	0	0	0	6	2	6	0	0	0	0	0	0	9	3	9
Total Horas	Total Asig.	Total Cred.	43	10	37	29	10	22	19	8	11	5	2	3	35	10	28
			36,63%			21,78%			10,89%			2,97%			27,72%		

Fuente: Informe Autoevaluación de Programa. Febrero 2010

## Anexo G. INFORMACIÓN ANÁLISIS ESTADÍSTICO

### PROGRAMA DE PRODUCCIÓN INDUSTRIAL FUNDACIÓN UNIVERSITARIA TECNOLÓGICO COMFENALCO

Semestre	I	II	III	IV	V	VI	Total	Graduados
<u>I-00</u>	31	27	33	15	8	14	128	14
<u>II-00</u>	32	38	19	33	13	10	145	14
<u>I-01</u>	39	29	33	16	30	13	160	9
<u>II-01</u>	31	39	30	27	15	28	170	11
<u>I-02</u>	48	33	27	27	25	13	173	25
<u>II-02</u>	36	45	35	23	22	21	182	12
<u>I-03</u>	47	33	43	28	17	20	188	18
<u>II-03</u>	22	36	29	36	23	15	161	18
<u>I-04</u>	29	14	35	25	40	17	160	16
<u>II-04</u>	27	16	19	33	26	29	150	14
<u>I-05</u>	51	26	36	37	32	24	206	19
<u>II-05</u>	133	38	18	35	34	33	291	20
<u>I-06</u>	173	94	34	20	30	35	386	21
<u>II-06</u>	122	121	83	35	21	33	415	34
<u>I-07</u>	236	96	112	76	32	24	576	24
<u>II-07</u>	149	147	78	99	75	31	579	27
<u>I-08</u>	270	120	110	74	91	73	738	30
<u>II-08</u>	168	186	107	101	78	88	728	60
<u>I-09</u>	265	147	159	88	117	61	837	60
<u>II-09</u>	186	189	128	136	90	123	852	47

Fuente: Oficina de Promoción, Registro y Control. Febrero 2010

## Anexo H. Información Cualitativa

<b>ENTREVISTA ESTRUCTURADA</b>		
<b>RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN CUALITATIVA</b>		
<b>Cargo:</b> _____		
<b>1. Estudiantes</b>		
<b>Proceso Admisión.</b>		
Qué procedimiento debe seguir el aspirante para ingresar al programa de pregrado?		
Quién(es) tiene(n) a cargo estas actividades en la Institución?		
<b>Proceso Matrícula.</b>		
Una vez admitido en el programa qué debe hacer para formalizar su ingreso al programa?		
Cuál es el procedimiento a seguir para matricularse en los siguientes períodos?		
Cuántos estudiantes conforman los cursos?		
Qué actividades principales realiza en relación con la gestión de los estudiantes?		
Quién(es) tiene(n) a cargo estas actividades en la Institución?		
<b>2. Docentes.</b>		
Qué actividades principales realiza en relación con la gestión docente?		
Cuáles son las funciones principales de los docentes?		
Cuántos estudiantes conforman los cursos?		
Quién(es) tiene(n) a cargo estas actividades en la Institución?		
<b>3. Reportes.</b>		
De los siguientes reportes cuáles son importantes para la dirección de programa:		
Lista de admitidos	<b>Si</b>	<b>No</b>
Lista de matriculados	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Lista de no matriculados	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Pronósticos matriculados	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Pronósticos de egresados	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Pronósticos de retiros	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Carga académica de los docentes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Docentes contratados	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Disponibilidad de docentes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Lista de Proveedores	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Disponibilidad de recursos didácticos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Otros: _____ _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

## Anexo I. RESULTADOS VERIFICACION Y EVALUACIÓN MODELO

### PROCESO ESTUDIANTES

Institución Universitaria  
87463293-3

Fecha y Hora de Impresión: 2010-10-21 22:28:51  
Página 1 de 2

---

**LISTADOS DE ASPIRANTES INSCRITOS**

---

<b>NIT</b>	<b>NOMBRE COMPLETO</b>			<b>PROGRAMA</b>
17234567	Roberto	Gómez	Romero	Tecnología en Producción
17436789	Javid	Flórez	Ríos	Tecnología en Producción
17543656	Antonio	Revollo	Simancas	Tecnología en Producción
17548976	Julio	Mendieta	Pérez	Tecnología en Producción
17903425	Jeferson	Gamez	Canga	Tecnología en Producción
18098678	Ruben	Casallas	Casiani	Tecnología en Producción
18675434	Juan	Jimenez	Roca	Tecnología en Producción
18906345	Jesús	Berrió	Gómez	Tecnología en Producción
19876564	Gustavo	Pertuz	Valiente	Tecnología en Producción
20123432	Giovanni	Fortich	Gonzalez	Tecnología en Producción

Institución Universitaria  
87463293-3

Fecha y Hora de Impresión: 2010-10-21 22:31:24  
Página 1 de 2

---

**LISTADO DE ADMITIDOS**

---

<b>NIT</b>	<b>NOMBRE COMPLETO</b>			<b>PROGRAMA</b>
17234567	Roberto	Gómez	Romero	Tecnología en Producción
17436789	Javid	Flórez	Ríos	Tecnología en Producción
17543656	Antonio	Revollo	Simancas	Tecnología en Producción
17903425	Jeferson	Gamez	Canga	Tecnología en Producción
18098678	Ruben	Casallas	Casiani	Tecnología en Producción
18906345	Jesús	Berrió	Gómez	Tecnología en Producción
19876564	Gustavo	Pertuz	Valiente	Tecnología en Producción
20123432	Giovanni	Fortich	Gonzalez	Tecnología en Producción
20897612	Javier	Velásquez	Vargas	Tecnología en Producción
21456765	Lucas	Valiente	Gulfo	Tecnología en Producción

PRONOSTICO DE MATRICULAS DE ADMITIDOS

NIT	NOMBRE COMPLETO			MATRICULA S/N
17903425	Jeferson	Gamez	Canga	SI
23456987	Arturo	López	Ruiz	NO
17234567	Roberto	Gómez	Romero	NO
17436789	Javid	Flórez	Ríos	SI
23345887	Maria del Carmen	Valiente	Vargas	NO
39876123	Rita	Ríos	De la Hoz	NO
20123432	Giovanni	Fortich	Gonzalez	NO
35456765	Norma	Ferrer	Flórez	NO
38987564	Patricia	Suárez	Gómez	NO
17543656	Antonio	Revollo	Simancas	NO

LISTADO DE MATRICULADOS

CODIGO	NOMBRE COMPLETO			SEMESTRE
45678543	Verena	Fuentes	Fuentes	1
38767589	Josefina	Pinilla	Fuentes	1
38345231	Elena	Gonzalez	Puerta	1
37567450	Maria Jesús	Zumaque	Zapata	1
23459876	Julio Enrique	Cruz	Cruz	1
21987098	Jaime	Alvarez	Correa	1
21897675	Jorge	Barrios	Barrios	1
21657456	Luis Fernando	Charry	Soto	1
21654786	Roque	Niño	Romero	1
20897612	Javier	Velásquez	Vargas	1

**LISTADO DE PENDIENTES POR MATRICULAR**

CODIGO	NOMBRE COMPLETO			SEMESTRE
45675679	María Jesús	Casiani	Florez	1
21908708	David	Meza	Ruiz	1
18098678	Ruben	Casallas	Casiani	1
45876987	Solange	Suárez	Suárez	1
45876897	Margarita	García	García	1
45123432	Jimena	De Los Ríos	Rivera	1
38786987	Flor	Puello	Puello	1
35453768	Romelia	Rincón	Chamorro	1
21456765	Lucas	Valiente	Gulfo	1
<b>NUMERO DE ESTUDIANTES</b>				<b>9</b>

**LISTADO DE MATERIAS POR ESTUDIANTE**

CURSOS	MATERIAS		
17903425	Jeferson	Gamez	Canga
1	CALCULO DIFERENCIAL		
2	ALGEBRA Y GEOMETRIA		
3	QUIMICA GENERAL Y LABORATORIA		
4	ALGORITMO		
5	COMUNICACION ORAL Y ESCRITA		
6	CIENCIA Y TECNOLOGIA		
7	PROYECTO DE MDA		
<b>NUMERO DE CURSOS</b>			<b>7</b>

REPORTE DE NOTAS

23345887	Maria del Carmen	Valiente	Vargas
CURSOS	MATERIAS	NOTAS	
1	CALCULO DIFERENCIAL	0.0	
2	ALGEBRA Y GEOMETRIA	0.0	
3	QUIMICA GENERAL Y LABORATORIO	0.0	
4	ALGCRITMO	0.0	
5	COMUNICACION ORAL Y ESCRITA	0.0	
6	CIENCIA Y TECNOLOGIA	0.0	
7	PROYECTO DE MDA	0.0	
NUMERO DE MATERIAS			7

PROCESO DOCENTES

LISTADO DE DOCENTES

CODIGO	DOCENTE	DEDICACIÓN
1	Libardo Suárez	Catedra
2	Rosa Pardo	Catedra
3	Maria Elena Fortich	Catedra
4	Alvaro Uribe	Catedra
5	Alberto Meza	Catedra
6	Mauricio Gómez	Catedra
7	Marco A. Porras	Catedra
8	Edilberto Rico	Cadetra
9	Olga Rincón	Catedra

**LISTADO DE DOCENTES TUTORES**

<b>CODIGO</b>	<b>DOCENTE</b>	
1	Libardo Suárez	
3	Maria Elena Fortich	
10	Judith Romero	
12	Hernando Herrera	
13	Luis Mendoza	
22	Juan Diego Luna	
23	Beatriz Caicedo	
24	Isabel Puerta	
25	Milena Fuentes	
<b>NUMERO DE DOCENTES</b>		<b>9</b>

**LISTADO DE CURSOS POR DOCENTE**

<b>3</b>	Maria Elena Fortich		
<b>CODIGO CURSOS</b>	<b>MATERIAS</b>	<b>HORAS</b>	
3	QUIMICA GENERAL Y LABORATORIO	5	
10	QUIMICA GENERAL Y LABORATORIO	5	
<b>NUMERO DE CURSOS</b>		<b>2</b>	

**LISTA DE MATERIAS / CURSOS Y DOCENTE**

<b>CURSOS</b>	<b>MATERIAS</b>	<b>DOCENTE</b>
2	ALGEBRA Y GEOMETRIA	Rosa Pardo
9	ALGEBRA Y GEOMETRIA	Rosa Pardo
3	QUIMICA GENERAL Y LABORATORIO	Maria Elena Fortich
10	QUIMICA GENERAL Y LABORATORIO	Maria Elena Fortich
4	ALGORITMO	Marco A. Porras
11	ALGORITMO	Marco A. Porras
5	COMUNICACION ORAL Y ESCRITA	Ana Judith Romero
12	COMUNICACION ORAL Y ESCRITA	Ana Judith Romero
6	CIENCIA Y TECNOLOGIA	Juan Diego Luna
13	CIENCIA Y TECNOLOGIA	Juan Diego Luna

**LISTADO DE DOCENTES CON PROYECTOS**

<b>CODIGO</b>	<b>DOCENTE</b>	<b>CODIGO</b>	<b>CLASE PROYECTO</b>
3	Maria Elena Fortich	1	Aula
27	Jaime Serrano	2	Investigación
25	Milena Fuentes	3	Extensión
<b>NUMERO DE DOCENTES</b>			<b>3</b>

**LISTA DE CURSOS DEL PERIODO**

<b>CURSOS</b>	<b>MATERIAS</b>
1	CALCULO DIFERENCIAL
2	ALGEBRA Y GEOMETRIA
3	QUIMICA GENERAL Y LABORATORIO
4	ALGORITMO
5	COMUNICACION ORAL Y ESCRITA
6	CIENCIA Y TECNOLOGIA
7	PROYECTO DE VIDA
8	CALCULO DIFERENCIAL
9	ALGEBRA Y GEOMETRIA
10	QUIMICA GENERAL Y LABORATORIO
11	ALGORITMO

**PRONOSTICO DE EGRESOS PARA EL PERIODO**

<b>TOTAL</b>	<b>SEMESTRE</b>
15	1

**NUMERO DE ESTUDIANTES QUE TERMINAN EN EL SEMESTRE**

**PRONOSTICO DE RETIROS PARA EL PERIODO**

TOTAL		SEMESTRE
3	NUMERO DE ESTUDIANTES QUE SE RETIRARAN EN EL SEMESTRE	1

SIMA-PAES

GENERALES ADMISIONES PAGOS MATRICULAS DOCENTES ESTUDIANTES

**VARIABLES DE PRONOSTICO**

**ASPIRANTES**

Porcentaje de Examen Psicotecnico

Porcentaje de Examen Entrevista

**EGRESOS**

Porcentaje de Egresos

**RETIROS**

Porcentaje de Retiros