

**APLICACIÓN DEL APRENDIZAJE AUTOMÁTICO CON ÁRBOLES DE
DECISIÓN AL ESTUDIO DE LAS VARIABLES DEL MODELO DE
INDICADORES DE GESTIÓN DE LAS UNIVERSIDADES PÚBLICAS**

**JOHN JAIRO SANTA CHÁVEZ
M.Sc. INGENIERIA ELÉCTRICA**

**JUAN DE JESÚS VELOZA MORA
INGENIERO ELECTRICISTA**

**MAESTRÍA EN INSTRUMENTACIÓN FÍSICA
FACULTAD DE CIENCIAS BÁSICAS
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA
PEREIRA
2013**

**APLICACIÓN DEL APRENDIZAJE AUTOMÁTICO CON ÁRBOLES DE
DECISIÓN AL ESTUDIO DE LAS VARIABLES DEL MODELO DE
INDICADORES DE GESTIÓN DE LAS UNIVERSIDADES PÚBLICAS**

**JOHN JAIRO SANTA CHÁVEZ
M.Sc. INGENIERIA ELÉCTRICA**

**JUAN DE JESÚS VELOZA MORA
INGENIERO ELECTRICISTA**

**Tesis de grado para optar al título de
Magister en Instrumentación Física**

**Director
M.Sc. JAIRO ALBERTO MENDOZA VARGAS
Asesores
M.Sc. WILLIAM ARDILA URUEÑA
M.Sc. REINEL ARIAS MONTOYA**

**MAESTRÍA EN INSTRUMENTACIÓN FÍSICA
FACULTAD DE CIENCIAS BÁSICAS
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA
PEREIRA
2013**



Universidad
Tecnológica
de Pereira

FACULTAD DE CIENCIAS BÁSICAS
MAESTRÍA EN INSTRUMENTACIÓN FÍSICA

ACTA DE CALIFICACIÓN
TESIS DE GRADO

Fecha: Agosto 14 de 2013

TÍTULO DE TESIS:

APLICACIÓN DEL APRENDIZAJE AUTOMÁTICO CON ARBOLES DE DECISIÓN, AL ESTUDIO DE LAS VARIABLES DEL MODELO DE INDICADORES DE GESTIÓN DE LAS UNIVERSIDADES PÚBLICAS.

AUTOR(ES): JHON JAIRO SANTA CHAVEZ Cód. 10120497
JUAN DE JESÚS VELOZA Cód. 10108576

Del Programa Académico Maestría en Instrumentación Física

MENCIÓN: SOBRESALIENTE

JUSTIFICACIÓN: Este Proyecto es trascendental para los intereses de la Universidad en lo que compete a la asignación de recursos por parte del estado; además los resultados exceden las expectativas inicialmente planteadas.

ASESOR DE TESIS: M.Sc JAIRO ALBERTO MENDOZA VARGAS
Cédula No. 10.003.896

Jairo A. Mendoza V.

NOMBRE Y FIRMA DE LOS JURADOS DE TESIS:

PROFESOR M.Sc HUGO ARMANDO GALLEGO BERCERRA
Cédula No. 10.084.743

[Signature]

PROFESOR M.Sc HOOVER OROZCO GALLEGO
Cédula No. 10.084.733

[Signature]

NOMBRE Y FIRMA DIRECTOR DEL PROGRAMA
M.Sc JAIRO ALBERTO MENDOZA VARGAS

Jairo A. Mendoza V.
Cédula No. 10.003.896

Número de radicación de oficio solicitando evaluación del Proyecto de Grado por parte del Asesor de tesis: 03-7406 del 25 de Julio de 2013.

FACULTAD DE CIENCIAS BÁSICAS
15 AGO 2013



Acreditada Institucionalmente de Alta Calidad por el Ministerio de Educación Nacional
NIT: 891.480.035-9 - Apartado Aéreo: 097 - Tel. Comutador: (57) (0) 313 7300 - Fax: 321 3206
www.utp.edu.co - Pereira (Risaralda) Colombia

Fecha: 15 AGO 2013
Hora: 5:45
Recibido: *[Signature]*

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	12
2. DELIMITACION	13
3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION	14
3.1 OBJETIVO GENERAL	14
3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	14
4. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACION	15
4.1 ANTECEDENTES	15
4.2 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	20
5. MARCO REFERENCIAL	21
5.1 MARCO TEÓRICO	21
5.1.1 El Sistema Universitario Estatal (SUE) Modelo de Indicadores de Gestión	21
5.1.2 Aplicación del modelo SUE y los indicadores de gestión propuestos que miden el desempeño	30
5.1.2.1 Sistema de indicadores y modelo de representación	30
5.1.2.2 El uso	31
5.1.2.3 El sistema de indicadores y un modelo estadístico que represente al Sistema Universitario Estatal.	31
5.1.3 Índices de gestión o calidad.	33
Indicadores y variables que componen los índices	34
5.1.4 Modelo Ranking U-Sapiens.	37
5.1.5 Propuesta metodología e indicadores 2012	39
5.2 MARCO CONCEPTUAL	47
5.2.1. Necesidad de la minería de datos	47
5.2.2. Problemas de la minería de datos	47
5.2.3 SQL y la minería de datos	48
5.2.4. El proceso de descubrimiento de conocimiento.	50
5.2.4.1. Etapas del proceso KDD	51
5.2.5 Premisas de la minería de datos.	53
5.2.6 Modelos de minería de datos	55
5.2.6.1 El modelo predictivo	56
5.2.6.2 El modelo descriptivo.	57
5.2.7 Técnicas de la minería de datos.	57
5.2.7.1 Modelos de árboles de decisión.	58
5.2.7.2 Clasificación por árbol de decisión	64

6.	DISEÑO METODOLOGICO	75
6.1	METODO DE INVESTIGACION	75
6.2	FASES DE LA INVESTIGACION	75
6.3	METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN	75
6.4	POBLACION Y MUESTRA	76
6.5	VARIABLES DE LA INVESTIGACION	76
7.	RESULTADOS Y ANALISIS	79
7.1	RESULTADOS DEL MODELO SUE	81
7.1.1.	Visión crítica de los indicadores SUE	90
7.1.1.1	Sobre los coeficientes de ponderación.	92
7.1.1.2.	Sobre las variables	93
7.1.1.3.	Modelo de caja negra.	94
7.2.	RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DEL APRENDIZAJE AUTOMÁTICO CON ÁRBOLES DE DECISIÓN AL ESTUDIO DE LAS VARIABLES DEL MODELO DE INDICADORES DE GESTIÓN DE LAS UNIVERSIDADES PÚBLICAS	94
7.2.1	Recorrido de los Indicadores	94
7.2.2.	Análisis de resultados aplicación de árboles de decisión a los indicadores de gestión de las universidades públicas en Colombia	112
8.	CONCLUSIONES	117
9.	RECOMENDACIONES	120
	BIBLIOGRAFIA	121
	WEBGRAFÍA	126
	ANEXOS DIGITALES	128

LISTA DE CUADROS

	pág.
Cuadro 1. Clasificación de las universidades beneficiarias Ley 30 de 1992.	27
Cuadro 2. Aportes universidades públicas. Ley 30 de 1992. Cifras en millones.	28
Cuadro 3. Descripción de los aspectos metodológicos y estadísticos considerados por el CESU para determinar el monto de la asignación de recursos de Ley 30 a las Universidades colombianas.	29
Cuadro 4. Las 64 mejores universidades de Colombia I semestre de 2010	37
Cuadro 5. Índices	40
Cuadro 6. Indicadores SUE	46
Cuadro 7. Datos problema de decisión de compra.	65
Cuadro 8. Datos asociados a la base de datos: resultados para un problema de clasificación de presencia o ausencia de enfermedades del corazón.	70
Cuadro 9. Universidad Tecnológica de Pereira - Indicadores de gestión	80
Cuadro 10. Ranking de las universidades públicas colombianas, desde el año 2005 hasta el año 2012	81
Cuadro 11. Aportes universidades públicas – Ley 30 de 1992.	82
Cuadro 12. Indicadores de gestión.	83
Cuadro 13. Resultados obtenidos	115

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Base conceptual del modelo de indicadores de gestión.	24
Figura 2. Componentes del modelo de indicadores de gestión.	26
Figura 3. Relación por grupo, entre el índice de capacidad ICAD y el de resultados esperados IR.	27
Figura 4. Criterio para valorar la posición relativa de una universidad/1	28
Figura 5. La medición de la gestión de las universidades públicas y los énfasis de política educativa.	36
Figura 6. Índice de formación.	41
Figura 7. Índice de investigación.	42
Figura 8. Índice de extensión.	42
Figura 9. Índice de bienestar.	43
Figura 10. Resultados componente dinámico	43
Figura 11. Investigación	44
Figura 12. Extensión.	44
Figura 13.El proceso KDD	51
Figura 14. Técnicas de Datamining.	56
Figura 15. Búsqueda binaria	61
Figura 16. Árboles de decisión utilizados en sistemas expertos	61
Figura 17. Árboles de juego	63
Figura 18. Árbol para decisión de compra	66

LISTA DE ANEXOS

pág.

Anexo A. Resultados problemas del corazón.

Anexo B. Registro base de datos resultados problemas del corazón.

Anexo C. Ensayos, niveles y variables.

RESUMEN

El estudio de las variables del modelo de indicadores de gestión del Sistema de Universidades Públicas (SUE) desde el punto de vista institucional, se convierte en un estudio de carácter prioritario, ya que actualmente el Ministerio de Educación asigna los recursos a distribuirse entre las universidades públicas con base en estos indicadores. Las universidades colombianas no cuentan con un modelo que permita realizar estudios previos de dichos indicadores, reduciendo la posibilidad de mejorar los aspectos necesarios para tener acceso a mayores recursos que permitan su funcionamiento óptimo.

En este estudio se analizan las variables que inciden dentro del modelo de indicadores de gestión y se propone una metodología general basada en árboles de decisión, específicamente el método de algoritmo que ayudará a elaborar un modelo matemático para determinar los ajustes necesarios que debe hacer la Universidad Tecnológica de Pereira, con el fin de mejorar sus índices de gestión.

Palabras clave: modelo matemático, sistema de gestión de universidades públicas, árboles de decisión, algoritmo, variables, modelo.

ABSTRACT

The study of model variables of management indicators Public University System (SUE) from the institutional point of view, it becomes a priority study, and that the Ministry of Education allocates resources to be distributed among the universities public based on these indicators. Colombian universities do not have a model to previous studies of these indicators, reducing the possibility of improving the aspects necessary to have access to greater resources to its optimum performance.

In this study we analyze the variables that influence within the model of management indicators and proposes a general methodology based on decision trees, specifically the algorithm method which will help develop a mathematical model to determine the necessary adjustments should the Universidad Tecnológica de Pereira, in order to improve their management indexes.

Keywords: mathematical model, public universities management indexes, decision trees, algorithm, model variables.

INTRODUCCIÓN

De acuerdo con la Ley 30 de 1992, las fuentes de recursos de las universidades estatales son tres: los provenientes de la Nación, los aportados por entidades territoriales y los propios de cada institución, los cuales se obtienen a través de venta de servicios, matrículas, derechos académicos, programas de extensión, consultorías o convenios de investigación, entre otros.

En cuanto a los recursos provenientes de la Nación, estos se aseguran y regulan mediante dos normatividades: los artículos 86 y 87 de la Ley 30. El artículo 86 garantiza a las universidades del Estado recursos fijos que provienen de la nación y de las entidades territoriales, los cuales deben ser destinados a funcionamiento e inversión; el artículo 87 por su parte fija el incremento anual de los recursos que aporta la nación por artículo 86 de acuerdo con el crecimiento de la economía y de conformidad con los objetivos previstos para el sistema de universidades estatales.

Los aportes de la nación provenientes del artículo 86, que constituyen en muchos casos en la principal fuente de financiamiento de las universidades, son distribuidos mediante una ecuación que garantiza su incremento en pesos constantes, tomando como base los presupuestos de 1993. A pesar de lo anterior, dicha ecuación no tiene en cuenta criterios de gestión de las universidades en términos de la eficiencia en el uso de los recursos o del cumplimiento de las metas institucionales y de la política sectorial.

El gobierno nacional en el anterior Plan de Desarrollo (Ley 812 de 2003) buscó una modificación al esquema de distribución de estos recursos a partir de la aplicación de un modelo de indicadores de gestión para la asignación de los mismos, el cual fue desarrollado por el Sistema de Universidades Estatales (SUE) y permite fijar criterios generales para identificar el nivel de eficiencia de las instituciones de educación superior en el manejo y productividad de sus recursos.

A pesar de lo anterior, el artículo 84 de la Ley 812 de 2003 fue declarado inexecutable y por tanto la distribución de los recursos de funcionamiento e inversión de las universidades estatales referidos al artículo 86 de la Ley 30 sigue teniendo su tendencia inercial. No obstante, la distribución de los recursos correspondientes al artículo 87 de la Ley 30 de 1992, continúa aplicando el modelo de indicadores de gestión diseñado por el sistema de universidades estatales, el cual se ha ido perfeccionando con la participación activa de todas las instituciones que lo componen. Se trata de un instrumento que combina la estadística y la matemática en un modelo técnico que provee unos indicadores claros, los cuales permiten a la sociedad enterarse de cómo las universidades estatales producen resultados concretos.

Estos índices están distribuidos en cuatro grandes áreas: formación, producción académica, bienestar universitario y extensión, las cuales son entendidas como las principales áreas misionales de cualquier Institución de Educación Superior (IES). Éstas son evaluadas a partir de la capacidad inicial que posee cada institución, entendida como la combinación de recursos o insumos con que cuenta la IES para la obtención de sus resultados misionales.

Finalmente el presente trabajo pretende construir un modelo que comprende los árboles de decisión y el análisis de datos, con la metodología de selección automática de atributos importantes, para realizar luego la toma de decisiones en función al modelo de indicadores que permita mejorar el funcionamiento de Universidad Tecnológica de Pereira, por lo que se debe tener en cuenta los indicadores de gestión de las universidades públicas, analizar el modelo a través del cual la Subcomisión Técnica del SUE mide el desempeño de las universidades públicas colombianas, a través de indicadores de gestión para efectos de distribución de recursos del Gobierno Nacional, estudiar diferentes modelos de árboles de decisión con el fin de seleccionar el modelo y la técnica que mejor caracterice las condiciones de operación del sistema universitario público, establecer las ventajas del modelo de árboles de decisión, con respecto al modelo SUE actualmente utilizado por el Ministerio de Educación Nacional.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

A pesar de no conocerse el modelo que es usado por el Ministerio de Educación Nacional para la calificación del desempeño de las universidades públicas con base en indicadores de gestión, si es determinante en el proceso de calificación de la eficiencia de las universidades y en el posterior distribución de los recursos, los cuales son indispensables para el buen funcionamiento de cada universidad, y como en la Universidad Tecnológica tienen el mayor peso en los ingresos anuales y por ende en la capacidad de gestión, una mala ubicación en esta calificación podría llevar al traste con todos los proyectos del Plan de Desarrollo de la Universidad y con su funcionamiento.

La Universidad Tecnológica viene realizando su labor de administración guiada por el Plan de Desarrollo, pero esta planeación no garantiza que en el contexto nacional la universidad quede bien ubicada, lo cual redundaría en una incertidumbre financiera y el posible aplazamiento de proyectos, en detrimento de la calidad de la universidad y el cumplimiento de metas.

3. DELIMITACION

La presente investigación toma como referencia los indicadores de gestión modelo SUE y los resultados obtenidos en la evaluación de 32 universidades públicas colombianas, como referente para proponer una nueva metodología de evaluación de desempeño para la Universidad Tecnológica de Pereira.

4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION

3.1 OBJETIVO GENERAL

Construir un modelo que comprenda el uso de árboles de decisión y análisis de datos, que permita el estudio de las variables de los indicadores de gestión de las universidades públicas mediante el uso de técnicas de análisis de datos con múltiples variables, para la toma de decisiones frente a los índices de calidad de la Universidad Tecnológica de Pereira.

3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Establecer la situación actual de los indicadores de gestión de las universidades públicas.
- Analizar el modelo a través del cual la Subcomisión Técnica del SUE mide el desempeño de las universidades públicas colombianas, a través de indicadores de gestión para efectos de distribución de recursos del Gobierno Nacional.
- Estudiar diferentes modelos de árboles de decisión con el fin de seleccionar el modelo y la técnica que mejor caracterice las condiciones de operación del sistema universitario público.
- Establecer las ventajas del modelo de árboles de decisión, con respecto al modelo SUE actualmente utilizado por el Ministerio de Educación Nacional.
- Proponer un modelo que usa los árboles de decisión y el análisis de datos con la metodología de selección automática de atributos importantes, para realizar luego la toma de decisiones en función al modelo de indicadores que permita mejorar el funcionamiento de la Universidad Tecnológica de Pereira.

5. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACION

4.1 ANTECEDENTES

El financiamiento de la oferta es la provisión de fondos del presupuesto público para el financiamiento de las actividades a cargo de las instituciones de educación superior; adquieren la forma de transferencia pura cuando la autonomía de la institución educativa le permite decidir libremente la distribución de los mismos entre las labores de formación, investigación y proyección social. Algunos pueden estar condicionados a resultados de períodos anteriores, medidos con indicadores de gestión; al logro de objetivos en un plazo dado, o a la existencia de cofinanciación por parte de la institución de educación superior.

Estas modalidades de financiamiento son las contempladas en la Ley 30 de 1992 para las universidades públicas:

“Artículo 86. Los presupuestos de las universidades nacionales, departamentales y municipales estarán constituidos por aportes del presupuesto nacional para funcionamiento e inversión, por los aportes de los entes territoriales, por los recursos y rentas propias de cada institución”. “Las Universidades estatales u oficiales recibirán anualmente aportes de los presupuestos nacional y de las entidades territoriales, que signifiquen siempre un incremento en pesos constantes, tomando como base los presupuestos de rentas y gastos, vigentes a partir de 1993”¹.

El Sistema de Universidades Estatales (SUE) y el Ministerio de Educación Nacional han dedicado grandes esfuerzos en los últimos años, en la generación de un sistema de indicadores para evaluar el desempeño de las universidades públicas de manera que sirva de herramienta para la rendición de cuentas, dentro de una política de eficiencia y transparencia.

El SUE y el Ministerio identificaron un conjunto de variables e indicadores que describen el desempeño de las instituciones en relación con su misión, su carácter de universidad pública y sus recursos disponibles, los cuales se combinan en un Modelo de Indicadores de Gestión que mide el desempeño del Sistema Universitario Estatal en su conjunto².

¹ JARAMILLO, Alberto. El financiamiento de la educación superior en Colombia: retos y tensiones, 2010.

² VICEMINISTERIO DE EDUCACIÓN SUPERIOR. Metodología para la distribución de recursos. Ley 30 de 1992, Artículo 87. Año 2008.

La distribución de los recursos que la nación destina a las universidades públicas en Colombia, se lleva a cabo a través de la aplicación de indicadores de desempeño que las universidades presentan anualmente al Ministerio de Educación Nacional.

Esta distribución tiene su origen en la decisión tomada por el Congreso de la República al aprobar el Plan de Desarrollo 2002-2006, en el cual se estableció que esta distribución tendría como tope máximo el 12% de los recursos, que estos se asignarían de manera gradual con base en indicadores de gestión. Esta gradualidad fue de la siguiente manera: año 2004 (4%); año 2005 (8%) y año 2006 (12%).

De acuerdo con la Ley 30 de 1992, las fuentes de recursos de las universidades estatales son tres: los recursos provenientes de la Nación, los recursos aportados por las entidades territoriales y los recursos propios de cada institución, los cuales se obtienen a través de venta de servicios, matrículas, derechos académicos, programas de extensión, consultorías o convenios de investigación, entre otros.

En cuanto a los recursos provenientes de la Nación, estos se aseguran y regulan de acuerdo con lo establecido en los Artículos 86 y 87 de la Ley 30. El Artículo 86 garantiza a las universidades del Estado unos recursos fijos que provienen de la Nación y de las Entidades Territoriales, los cuales deben ser destinados a funcionamiento e inversión; el Artículo 87 por su parte fija el incremento anual de los recursos que aporta la Nación por artículo 86, de acuerdo con el crecimiento de la economía y de conformidad con los objetivos previstos para el Sistema de Universidades Estatales.

“Los aportes de la Nación provenientes de la aplicación del artículo 86, que se constituyen en muchos casos en la principal fuente de financiamiento de las universidades, son distribuidos mediante una fórmula que garantiza su incremento en pesos constantes, tomando como base los presupuestos de 1993. A pesar de lo anterior, esta fórmula inercial de crecimiento de los aportes, no tiene en cuenta criterios de gestión de las universidades en términos de la eficiencia en el uso de los recursos o del cumplimiento de las metas institucionales y de la política sectorial”³.

El Gobierno Nacional en el anterior Plan de Desarrollo (Ley 812 de 2003), buscó una modificación al esquema de distribución de estos recursos a partir de la aplicación de un modelo de indicadores de gestión para la asignación de los

³ SANTA CHÁVEZ, John Jairo; ARDILA URUEÑA, William; PÉREZ HERNÁNDEZ, Lucas. Estudio de las variables del modelo de indicadores de gestión de las universidades públicas colombianas. 2012.

mismos, el cual fue desarrollado por el Sistema de Universidades Estatales (SUE) y permite fijar unos criterios generales para identificar el nivel de eficiencia de las instituciones de educación superior en el manejo y productividad de sus recursos.

A pesar de lo anterior, el artículo 84 de la Ley 812 de 2003 fue declarado inexecutable y por tanto la distribución de los recursos de funcionamiento e inversión de las universidades estatales referidos al artículo 86 de la Ley 30 sigue teniendo su tendencia inercial.

No obstante lo anterior, la distribución de los recursos correspondientes al artículo 87 de la Ley 30 de 1992, continúa aplicando el Modelo de Indicadores de Gestión diseñado por el Sistema de Universidades Estatales, el cual se ha ido perfeccionando con la participación activa de todas las instituciones que lo componen. Se trata de un instrumento que combina la estadística y la matemática en un modelo técnico que provee unos indicadores claros, los cuales permiten a la sociedad enterarse de cómo las universidades estatales producen resultados concretos.

Estos indicadores están distribuidos en cuatro grandes áreas: formación, producción académica, bienestar universitario y extensión, las cuales son entendidas como las principales áreas misionales de cualquier Institución de Educación Superior (IES). Éstas son evaluadas a partir de la capacidad inicial que posee cada institución, entendida como la combinación de recursos o insumos con que cuenta la IES para la obtención de sus resultados misionales.

El Índice de Capacidad-ICAD-, que mide los recursos financieros, humanos, físicos y tecnológicos con los que cuentan las instituciones, es confrontado con los resultados que obtiene la institución en las cuatro áreas mencionadas, que reflejan la misión de la universidad.

La relación entre el índice de capacidad y cada uno de los índices de resultados constituye el marco de referencia para establecer el desempeño de cada universidad en el contexto del Sistema Universitario Estatal. Se trata de un modelo dinámico, pues contempla un rango estático –el año anterior de la gestión–, y un rango dinámico que incluye vigencias anteriores.

El Modelo de Indicadores de Gestión tiene la virtud de ser acogido por consenso por todas las instituciones que conforman el Sistema de Universidades Estatales, SUE.

Este consenso se basa en la transparencia y objetividad del modelo, en tanto permite que cada universidad se mida “consigo misma”, es decir, de acuerdo con sus propias características y capacidades, comparando aquellos recursos con los que cuenta con los resultados que produce.

Cada institución presenta sus resultados de manera independiente y estos, al ser cotejados con los de otras universidades, arrojan una media que establece una línea de regresión, permitiendo comparar y clasificar los grados de eficiencia de todas las universidades.

Se recoge la información y una comisión trabaja en su depuración y estandarización para entregarla a un grupo de estadísticos que hace el análisis de los resultados. Este grupo está conformado por cuatro doctores en Estadística representantes de las Universidades Nacional, Antioquia, Valle e Industrial de Santander quienes analizan la información recogida y proponen modelos de análisis.

Una vez los Estadísticos proponen el modelo, éste es revisado y aprobado por el equipo Directivo del Viceministerio de Educación Superior, quien con el apoyo de su equipo técnico hace la propuesta de distribución de recursos con base en los resultados de gestión producto del modelo utilizado. Este proceso es observado permanentemente por dos rectores comisionados por el SUE, de modo que hay un acompañamiento y una comunicación permanente entre el Ministerio y las universidades durante todo el proceso. El SUE también establece una comisión técnica que al final del proceso se reúne con el grupo de estadísticos y revisan los resultados y sus análisis.

La propuesta de distribución de recursos del artículo 87 de la Ley 30 es presentada por parte del Ministerio de Educación Nacional ante el Consejo Nacional de Educación Superior (CESU), máximo órgano asesor y consultivo en materia de Educación Superior. En este punto, el Departamento Nacional de Planeación también tiene acceso a los resultados arrojados por el Modelo, y aunque no tiene una participación activa en el análisis o la ponderación de estos resultados, sus observaciones y sugerencias son tenidas en cuenta para optimizar la asignación de los recursos.

El monto total se distribuye en cuatro bolsas, una para cada grupo de indicadores. Así, por ejemplo, a una universidad puede corresponderle un monto más alto por su gestión en los indicadores de bienestar, pero uno no tan nutrido en los indicadores de formación. Las cuatro bolsas se unifican y la suma es el aporte definitivo que le corresponde a cada universidad. Una vez el CESU aprueba esta distribución, el Ministerio de Educación elabora la Resolución Ministerial a partir de la cual se distribuyen estos recursos.

Wilson Arenas Valencia en su Tesis de Grado “Una mirada crítica a los Indicadores de Desempeño de las Universidades Públicas desde la Perspectiva del análisis envolvente de datos” –DEA–, referencia una revisión de antecedentes que permite identificar la existencia de estudios de la situación presupuestal y de la eficiencia de las universidades públicas, diversificación programática, nivel de estudios,

recursos docentes y demanda educativa que data desde la década de los sesenta. El objetivo principal de este estudio estuvo orientado a la caracterización de la oferta y demanda académica existente en el país, como punto de partida para el establecimiento de una estrategia de desarrollo del Sistema Universitario Público.⁴

Los indicadores de gestión o de desempeño de las universidades públicas, ha sido de revisión y discusión desde diferentes escenarios, y se constituye en tema coyuntural cuando de acceder a recursos estatales se trata.

No puede olvidarse y se destaca, que el sistema universitario, tanto en el subsistema territorial como en el sistema nacional, ha incrementado paulatinamente su dependencia de los aportes de la Nación, lo cual es preocupante, especialmente si se tiene en cuenta que la Nación también responde en una muy alta proporción por el pasivo pensional del sistema. En este sentido se debe destacar que, aun cuando las universidades han mejorado ligeramente sus índices de autofinanciamiento, tal mejora no es suficiente para compensar la caída de los aportes de las entidades territoriales para el subsistema de este orden⁵.

La determinación del modelo que las universidades adoptan para medir la eficiencia de su desempeño, es un asunto crucial por las implicaciones económicas que representa para las universidades evaluadas bajo la lupa y estándares del Ministerio de Educación Nacional (MEN).

Cabe resaltar que el MEN, ha efectuado retenciones de los recursos asignados a las instituciones que han obtenido una eficiencia en su desempeño del 25% por debajo de la eficiencia de desempeño medio; el desembolso de los recursos retenidos a las instituciones de educación superior (IES) que estuvieron por debajo de la media, está supeditado al cumplimiento de un Plan de Mejoramiento que es acompañado por una Institución de Educación Superior cuyos indicadores de desempeño hayan reportado valores altos.

Los modelos que actualmente se aplican para medir el desempeño de las universidades públicas pueden no ser los adecuados a las necesidades de la universidad; de allí, la importancia y necesidad de revisar y proponer nuevos modelos que permitan clasificar y evaluar de manera más objetiva y correcta el desempeño de estas instituciones académicas públicas colombianas, de tal

⁴ ARENAS VALENCIA, Wilson. Una mirada crítica a los indicadores de desempeño de las universidades públicas desde la perspectiva del análisis envolvente de datos -DEA-. Tesis de Grado Universidad Tecnológica de Pereira. 2005.

⁵ SILVA, Jaime; GARCÍA, Manuel Felipe; MARTÍNEZ, Enrique. Situación presupuestal y de eficiencia de las universidades públicas colombianas. 2002

manera que les permita mayores oportunidades de acceder a los recursos asignados por la Nación.

Lo anteriormente expuesto conlleva que a pesar de no conocerse el modelo que es usado por el Ministerio de Educación, si es determinante en el proceso de calificación de la eficiencia de las universidades y en el posterior distribución de los recursos, los cuales son indispensables para el buen funcionamiento de cada universidad, y como en la Universidad Tecnológica tienen el mayor peso en los ingresos anuales y por ende en la capacidad de gestión, una mala ubicación en esta calificación podría llevar al traste con todos los proyectos del Plan de Desarrollo de la universidad y con su funcionamiento.

4.2 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

El proceso de desarrollo, implementación y aplicación del modelo para la asignación de recursos ha sido motivo de grandes esfuerzos por las universidades públicas del país. Así mismo, el no tener este modelo obliga a utilizar insumos matemáticos y estadísticos para construir un modelo que permita a la institución hacer simulaciones y pruebas con los componentes evaluados, que le permitan planificar y proyectar su gestión.

Este modelo podrá ser empleado para generar diagnósticos que permitan fortalecer y mejorar aspectos de la gestión de la universidad y que presenten debilidades. De este modo, la universidad se podrá gerenciar de manera más eficiente, integrando los resultados del modelo en sus planes de desarrollo.

La concepción e implementación del modelo de Indicadores de Gestión para la educación superior es una iniciativa considerada por el Banco Mundial como una experiencia significativa en el uso de sistemas gerenciales; el organismo ha sugerido presentarla en escenarios internacionales. Parte de la labor de socialización del modelo ya ha sido emprendida en los ámbitos académicos, por expertos en estadística que han trabajado en él.

El modelo de indicadores, también ha sido acogido por algunas universidades privadas, que reconocen su eficacia como herramienta para medir su gestión. En este sentido, puede llegar a implementarse como sistema de referencia general que permita establecer estándares, medidas y clasificaciones, para brindar un panorama general más preciso de la educación superior en el país.

6. MARCO REFERENCIAL

5.1 MARCO TEÓRICO

5.1.1 El Sistema Universitario Estatal (SUE)- Modelo de Indicadores de Gestión. El Sistema Universitario Estatal (SUE), que agrupa a las 32 universidades públicas, y cuya misión es vital para un segmento importante de la vida educativa en Colombia, funcionó como sitio de diálogo que permitió aplicar la iniciativa del Ministerio de asignar recursos con base en indicadores del desempeño de las universidades. El primer esfuerzo en este sentido se hizo para dar cumplimiento al artículo 84 de la Ley 812 de 2003 (Ley del Plan de Desarrollo 2002-2006), el cual indicaba que hasta el 12% de los aportes de la Nación podrían ser distribuidos por indicadores de gestión, definidos entre el MEN y el SUE. Aunque dicho artículo fue declarado inexecutable por la Corte Constitucional mediante la Sentencia C926 de 2005, tanto el MEN como el SUE siguieron fortaleciendo el modelo de indicadores que luego, en el 2004, fue aprobado por el CESU para distribuirlos recursos relacionados con el artículo 87 de la Ley 30 de 1992, que establece la distribución de recursos adicionales de la nación para mejoramiento de calidad en las universidades públicas.

El objetivo del Modelo de Indicadores de Gestión es estimular el progreso de las universidades públicas mediante el uso de los resultados de la evaluación del desempeño en un proceso de mejoramiento continuo. El Modelo de Indicadores de Gestión brinda información sobre la capacidad de cada universidad, así como de sus resultados en formación, investigación, extensión y bienestar universitario. Durante 2009, se utilizaron 44 indicadores, incluyendo 15 nuevos asociados a infraestructura tecnológica e internacionalización de la educación.

Para medir los resultados, el Modelo de Indicadores construye índices asociados a la capacidad de la institución y a los resultados respecto a sus funciones misionales, los cuales se comparan con una frontera de producción dada por el grado de complejidad de la institución. Dicha comparación indica qué tan alejada está la institución del máximo posible y del promedio de eficiencia de las universidades con grados similares de complejidad, dando así referentes importantes de eficiencia y productividad. La información proviene en lo fundamental del SNIES, pero incluye aspectos que deben procesarse manualmente, lo que hace que todavía pueda, en ocasiones, incluir información errónea.

La comparación entre instituciones ha llevado a que se interioricen los indicadores y las variables del modelo, lo que lo convierte en un parámetro de autoevaluación para cada institución y en un patrón de evaluación para el SUE. Sin embargo, su

aplicación en las diversas instituciones ha sido muy variada. Algunas lo usan con convicción, mientras que una minoría lo ve todavía con reserva.

La necesidad de información para alimentar el modelo ha llevado a una mayor sistematización de la información y de los procesos de las universidades, lo que ha mejorado el nivel de conocimiento de cada institución sobre su propio comportamiento y ha permitido formalizar los datos preexistentes. Esto, a su vez, hace el modelo cada vez más preciso y exigente.

El Modelo de Indicadores de Gestión tiene la virtud de ser acogido por consenso por todas las instituciones que conforman el Sistema de Universidades Estatales, SUE. Este consenso se basa en la transparencia y objetividad del modelo, en tanto permite que cada universidad se mida “consigo misma”, es decir, de acuerdo con sus propias características y capacidades, comparando aquellos recursos con los que cuenta con los resultados que produce.

Cada institución presenta sus resultados de manera independiente y estos, al ser cotejados con los de otras universidades, arrojan una media que establece una línea de regresión, permitiendo comparar y clasificar los grados de eficiencia de todas las universidades. Se recoge la información y una comisión trabaja en su depuración y estandarización para entregarla a un grupo de estadísticos que hace el análisis de los resultados. Una vez el modelo es propuesto, éste es revisado y aprobado por el Ministerio de Educación, para luego hacer la propuesta de distribución de recursos con base en los resultados de gestión producto del modelo utilizado. Este proceso es observado permanentemente por dos rectores de universidades comisionados por el SUE, de modo que hay un acompañamiento y una comunicación permanente entre el Ministerio y las universidades durante todo el proceso. El SUE también establece una comisión técnica que al final del proceso se reúne con el grupo de estadísticos y revisan los resultados y sus análisis.

La propuesta de distribución de recursos del artículo 87 de la Ley 30 es presentada por parte del Ministerio de Educación Nacional ante el Consejo Nacional de Educación Superior (CESU), máximo órgano asesor y consultivo en materia de Educación Superior. En este punto, el Departamento Nacional de Planeación también tiene acceso a los resultados arrojados por el modelo, y aunque no tiene una participación activa en el análisis o la ponderación de estos resultados, sus observaciones y sugerencias son tenidas en cuenta para optimizar la asignación de los recursos.

El monto total se distribuye en cuatro bolsas, una para cada grupo de indicadores. Así, por ejemplo, a una universidad puede corresponderle un monto más alto por su gestión en los indicadores de bienestar, pero uno no tan nutrido en los indicadores de formación. Las cuatro bolsas se unifican y la suma es el aporte definitivo que le corresponde a cada universidad. Una vez el CESU aprueba esta

distribución, el Ministerio de Educación elabora la Resolución Ministerial a partir de la cual se distribuyen estos recursos.

El Modelo SUE se aplica con los siguientes objetivos:

- Generación de un sistema de indicadores para evaluar el desempeño de las universidades estatales de manera que puedan mejorar su gestión y rendir cuentas a la sociedad, en el marco de la política estatal de eficiencia y transparencia.
- Orientación de procesos de mejoramiento a partir de la evaluación del desempeño de la universidad en la consecución de sus principales resultados misionales, en función de los recursos disponibles (capacidad) y su referencia comparativo con otras universidades en torno a la identificación de mejores prácticas en gestión.
- Mejoramiento de los esquemas de planeación y ejecución de los procesos académicos, de investigación y administrativos de la institución, a partir de los resultados del análisis de efectividad en la consecución de resultados.
- Apoyo para fortalecer el desempeño de las IES como organizaciones eficientes y competitivas dentro de las exigencias de la comunidad académica internacional.
- Instrumento para el Estado y las IES en la autorregulación del sector de la educación superior y la focalización de sus estrategias de fomento.
- Fijar la metodología de distribución de recursos para las universidades públicas de acuerdo con lo establecido en la Ley 30 de 1992, artículo 87, fomentando el logro de las políticas de Educación Superior⁶.

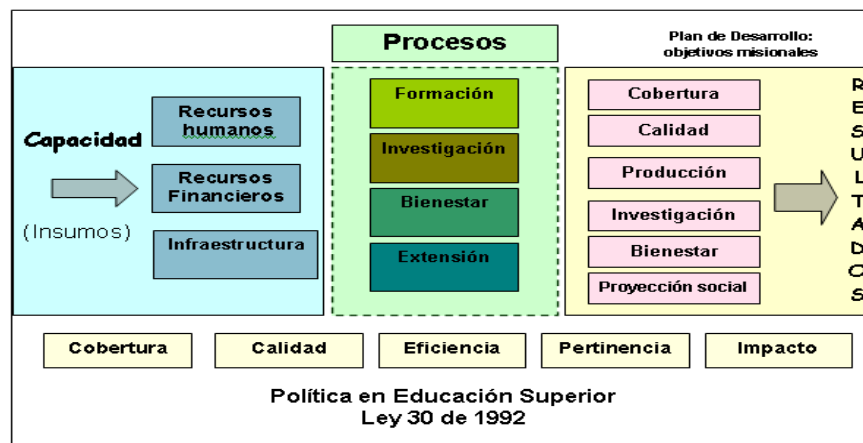
El Modelo de Indicadores de Gestión se basa en el entendimiento de la universidad como una organización o unidad de gestión que recibe insumos, los procesa y entrega productos y resultados orientados al cumplimiento de sus objetivos misionales.

En el marco del cumplimiento de sus objetivos misionales, la gestión de las universidades estatales está direccionada por dos grandes elementos: por el

⁶ VICEMINISTERIO DE EDUCACIÓN SUPERIOR. Op cit.

marco nacional de la política sectorial, contemplado en el Plan Nacional de Desarrollo y por las competencias legales de las Instituciones de Educación Superior definidas en la Ley Orgánica de Educación Superior (Ley 30 de 1992).

Figura 1. Base conceptual del modelo de indicadores de gestión.



Fuente: MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL. Modelo de Indicadores de Gestión, Propuesta de distribución recursos Artículo 87 Ley 30 de 1992, septiembre 4 de 2012.

A partir de las orientaciones de política, el proceso de gestión de las universidades estatales inicia con la elaboración de su Plan de Desarrollo Educativo que contiene los objetivos y compromisos estratégicos (los compromisos corresponden a las metas, las cuales son una expresión cuantificada de los objetivos en términos de cantidad y tiempo) de la administración con su comunidad, los cuales, en términos generales, se agrupan en cuatro grandes frentes: formación y docencia; ciencia, tecnología e innovación; bienestar y extensión.

Para el cumplimiento de los objetivos misionales, la universidad cuenta con insumos y recursos humanos (docentes, directivos y administrativos), físicos (infraestructura física y tecnológica), financieros (transferencias de la nación y de las entidades territoriales, ingresos propios por matrículas y derechos académicos, venta de servicios de extensión) y tecnológicos (sistemas de información), los cuales son asignados y combinados en diferentes **procesos**, entendidos estos últimos como el conjunto de actividades que recibe insumos y entrega uno o varios **productos y/o resultados** (bienes y servicios suministrados a terceros) de valor para el cliente o población objetivo, en este caso a la comunidad académica y a la ciudadanía en general.

Algunos ejemplos de los resultados que provee una universidad en su proceso de desarrollo son: el número de alumnos matriculados, los graduados que se ofrecen al mercado laboral; calidad de la educación impartida, medida a través de evaluaciones de competencias adquiridas por los estudiantes; los grupos de

investigación reconocidos que apoyan el que hacer académico y el desarrollo productivo del país; entre otros.

En el marco de este proceso, el Modelo de Indicadores de Gestión se basa en la evaluación de las relaciones de causalidad entre los insumos con los que cuenta la universidad, medidos a través de un conjunto de indicadores que representan la capacidad total de la misma, y los productos y resultados que se obtienen a través de la combinación de estos insumos.

De acuerdo a lo anterior, el modelo se basa en el análisis del grado de optimización de los insumos o de la capacidad de cada universidad en la producción de los resultados y/o productos esperados, constituyéndose así en una medida de eficiencia.

Los resultados esperados se derivan de la relación de los indicadores de todas las universidades que señalan los resultados a los que deberían llegar universidades con una capacidad o un tamaño específico en términos de los recursos de que disponen.

Con base en lo anterior, el Modelo de Indicadores se enfoca a la evaluación de la gestión a partir de los conceptos de eficacia y eficiencia. El primero, está relacionado con alcanzar el máximo nivel de resultados y productos esperados y el segundo, obtener dichos resultados al menor costo posible o con la mejor combinación de insumos, lo cual implica la optimización de los recursos disponibles. La suma de estas dos mediciones permite obtener el nivel de efectividad de la institución, la cual se traduce en maximizar el nivel de logro alcanzado a través del uso óptimo de los recursos disponibles.

Principios orientadores del modelo

Los principios orientadores del Modelo de Indicadores de Gestión son:

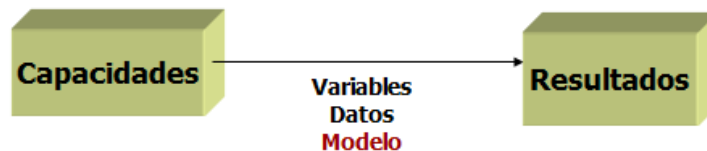
- Modelar a todas las universidades estatales, intentando retener la mayor parte de su riqueza y complejidad relativa, medidas a través de los recursos disponibles y los resultados que alcanza a obtener con estos insumos.
- Comparar cada universidad con las de su misma *capacidad*, entendida como el tamaño en recursos.
- El Modelo debe prever que la medición de los resultados de una Universidad, incluyan la riqueza de su misión. Por eso se incluyen indicadores para los cuatro objetivos misionales principales: formación, ciencia y tecnología, bienestar y extensión.
- Que los resultados esperados guarden relación con su capacidad.

- Para determinar los resultados esperados, se toma como referente el desempeño del sistema de todas las universidades estatales.

Metodología estadística

- C de índices de resultados y de capacidad utilizando la metodología de análisis de factores.
- Clasificación de las universidades en tres grupos según su indicador de capacidad, a través del análisis clúster o de conglomerados. Lo anterior permite que universidades de capacidad (tamaño) similar se comparen entre si y reducir así las disparidades en la medición final.
- Estimación de un modelo de regresión lineal por tramos para explicar el grado de dependencia del índice de resultados (IR) para la vigencia 2007, en función del índice de capacidad (ICAD).

Figura 2. Componentes del modelo de indicadores de gestión.



Fuente: MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL. Modelo de Indicadores de Gestión, Propuesta de distribución recursos Artículo 87 Ley 30 de 1992, septiembre 4 de 2012.

$$IR_i = \beta_0 + \beta_1 ICAD_i + \beta_2 \delta_1 (ICAD_i - \kappa_1) + \beta_3 \delta_2 (ICAD_i - \kappa_2) + \varepsilon_i$$

$$i = 1, 2, \dots, 32$$

$$\delta_1 = \begin{cases} 1 & \text{si } - \frac{ICAD_i}{E.O.C} \leq k_1 \\ 0 & \text{si } - \frac{ICAD_i}{E.O.C} > k_1 \end{cases}$$

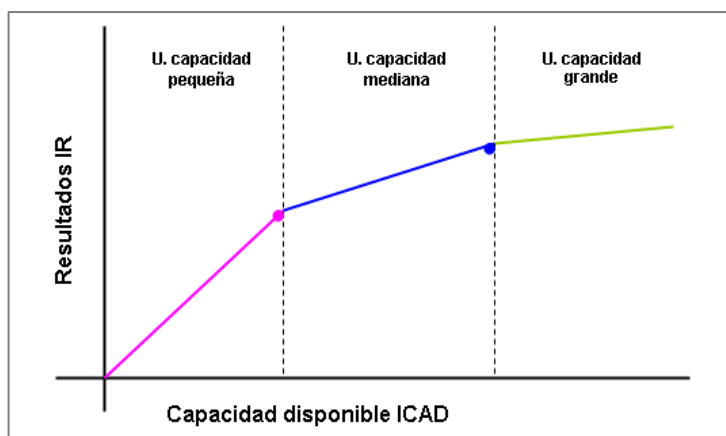
$$\delta_2 = \begin{cases} 1 & \text{si } - k_1 < \frac{ICAD_i}{E.O.C} \leq k_2 \\ 0 & \text{si } - k_1 \leq \frac{ICAD_i}{E.O.C} < k_2 \end{cases}$$

Donde:

K1 = corresponde al índice promedio de capacidad de las universidades de frontera de los clúster 1 y 2.

K2 = corresponde al índice promedio de capacidad de las universidades de frontera de los clúster 2 y 3.

Figura 3. Relación por grupo, entre el índice de capacidad ICAD y el de resultados esperados IR.



Fuente: MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL. Modelo de Indicadores de Gestión, Propuesta de distribución recursos Artículo 87 Ley 30 de 1992, septiembre 4 de 2012.

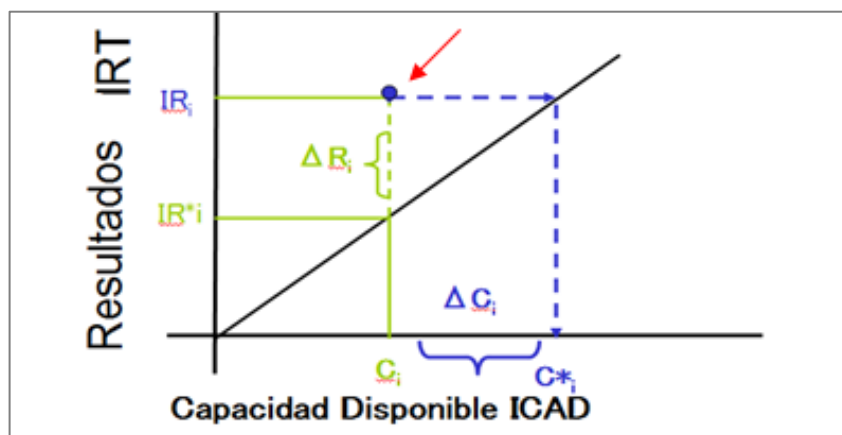
Cuadro 1. Clasificación de las universidades beneficiarias Ley 30 de 1992.

Grupo	Universidad
Grupo 1. Mayor tamaño	Universidad Nacional de Colombia
	Universidad del Valle
	Universidad de Antioquia
	Universidad Industrial de Santander
	UNAD
	Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia
	Universidad Distrital Francisco José de Caldas
	Universidad del Cauca
Grupo 2. Tamaño medio	Universidad Militar Nueva Granada
	Universidad Tecnológica de Pereira
	Universidad de Córdoba
	Universidad de Nariño
	Universidad del Atlántico
	Universidad de Cartagena
	Universidad Pedagógica Nacional
	Universidad del Quindío
	Universidad de Pamplona
Universidad de Caldas	

Grupo	Universidad
Menor tamaño	Universidad del Magdalena
	Universidad Francisco de Paula Santander
	Universidad Surcolombiana
	Universidad Popular del Cesar
	Universidad de los Llanos
	Universidad de Cundinamarca
	Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca
	Universidad de La Guajira
	Universidad del Tolima
	Universidad de la Amazonía
	Universidad de Sucre
	Universidad del Pacífico
	Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña,

Fuente: MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL. Modelo de Indicadores de Gestión, Propuesta de distribución recursos Artículo 87 Ley 30 de 1992, septiembre 4 de 2012.

Figura 4. Criterio para valorar la posición relativa de una universidad/1



Fuente: MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL. Modelo de Indicadores de Gestión, Propuesta de distribución recursos Artículo 87 Ley 30 de 1992, septiembre 4 de 2012.

El Consejo Nacional de Educación Superior –CESU– realiza anualmente la distribución de los recursos de la Nación a las Universidades públicas, con base en los resultados de los Indicadores presentados, de conformidad al artículo 87 de la Ley 30 de 1992, la cual dispone que la distribución de estos recursos debe hacerse en razón al mejoramiento de la calidad de las instituciones. Igualmente, realiza anualmente la revisión del modelo en cuanto a metodología y técnica estadística aplicada.

En el cuadro 2, se encuentra el consolidado con la asignación de recursos para las universidades públicas obtenida durante el período comprendido entre 2000-2012, y el cuadro 3 presenta una breve descripción de los aspectos metodológicos y

estadísticos considerados por el CESU para determinar el monto de la asignación de recursos de Ley 30 a las Universidades colombianas, aplicados entre el período 2006 y 2012, información extractada de las actas anuales del Consejo Nacional de Educación Superior.

El Consejo Nacional de Educación Superior CESU, se reúne anualmente para evaluar los resultados de los indicadores de gestión presentados por las universidades públicas colombianas y aplicar el modelo SUE (técnica estadística que les permite determinar el monto de asignación para cada una de las universidades).

Cuadro 2. Aportes universidades públicas. Ley 30 de 1992. Cifras en millones.

UNIVERSIDAD	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA	921	405	445	538	944	586	1.319	1.165	1.194	513	101	896	1.495
UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA	1.345	797	667	400	386	437	926	632	773	511	98	1.108	1.473
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA	170	275	184	285	698	538	1.186	1.523	1.111	472	86	1.111	1.392
UNIVERSIDAD DEL VALLE	722	379	366	309	834	655	1.226	1.427	1.088	520	86	991	1.434
UNIVERSIDAD DE CALDAS	241	291	178	243	517	591	772	949	1.243	513	82	1.092	1.416
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	454	321	278	432	893	634	1.160	1.427	1.326	517	81	970	1.385
UNIVERSIDAD DISTRITAL "FRANCISCO JOSE DE CALDAS"	265	184	142	139	302	711	840	912	1.037	404	79	662	1.126
UNIVERSIDAD DE PAMPLONA	139	195	155	374	358	545	870	1.211	1.032	421	79	665	1.163
UNIVERSIDAD FPS - CÚCUTA	156	139	164	182	94	696	471	421	999	406	78	796	1.286
UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL	187	381	142	228	682	536	772	1.009	845	440	77	865	1.159
UNIVERSIDAD DEL CAUCA	302	314	176	168	495	520	794	747	773	419	74	727	1.242
UNIVERSIDAD FPS - OCAÑA	40	113	127	278	24	710	114	903	737	408	73	796	1.277
UNIVERSIDAD DE SUCRE	85	115	109	181	944	507	636	509	894	417	73	764	1.203
UNIVERSIDAD DE LA AMAZONIA	80	253	103	158	646	303	594	779	920	414	72	732	1.158
UNIVERSIDAD COLEGIO MAYOR DE C/MARCA	103	174	138	146	488	409	562	614	739	426	71	752	1.186
UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TEC. DE COL	413	319	204	201	372	516	752	421	1.175	462	69	812	1.476
UNIVERSIDAD DEL MAGDALENA	100	102	116	212	693	709	842	1.045	1.129	411	69	959	1.109
UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA	0	0	0	233	259	707	617	1.174	1.136	429	68	952	1.181
UNIVERSIDAD DEL TOLIMA	208	149	167	156	474	833	702	1.147	1.129	448	66	832	1.047
UNIVERSIDAD DE LA GUAJIRA	88	83	117	162	788	385	511	518	894	372	65	666	1.191
UNIVERSIDAD DEL QUINDIO	284	167	160	161	397	499	705	463	768	413	64	845	1.096
UNIVERSIDAD DEL PACÍFICO	0	0	0	34	687	1.372	944	1.059	815	417	64	895	1.042
UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA	208	231	149	111	247	560	640	710	841	441	61	868	1.145
UNIVERSIDAD ABIERTA Y A DISTANCIA							494	371	693	382	58	636	1.195
UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA	164	142	129	161	111	302	660	316	660	373	56	712	1.025
UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR	100	206	147	163	304	520	704	440	713	382	54	634	1.254
UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS	107	271	109	144	610	411	620	701	920	412	46	898	1.191
UNIVERSIDAD DE NARIÑO	249	208	133	182	549	583	744	981	770	413	44	1.088	1.229
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DEL CHOCO	119	253	117	141	417	597	647	825	948	386	42	837	1.107
UNIVERSIDAD DEL ATLÁNTICO	290	147	124	140	94	285	329	334	741	340	37	780	1.223
UNIVERSIDAD DE CARTAGENA	269	191	129	186	730	111	610	1.096	717	387	37	1.049	1.396
UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA	147	207	115	150	157	383	843	651	924	324	37	791	1.166
TOTAL	7.955	7.009	5.292	6.597	15.193	17.150	23.607	26.481	29.687	13.592	2.148	27.179	39.466

Fuente: Ministerio de Hacienda y Crédito Público. Dirección General de Presupuesto Nacional. Subdirección de Desarrollo Social.

Cuadro 3. Descripción de los aspectos metodológicos y estadísticos considerados por el CESU para determinar el monto de la asignación de recursos de Ley 30 a las Universidades colombianas.

Año	INDICADORES				
	Formación	Investigación	Bienestar	Extensión	Observaciones
2006	40%	40%	20%	-	El CESU determinó que para el año 2006, un 5% de los recursos del artículo 87 se distribuirá entre las universidades acreditadas institucionalmente como incentivo a la calidad, lo cual no fue de buen recibo por el representante de los estudiantes y de los docentes.
2007	45%	35%	15%	5%	Se presentaron los siguientes argumentos frente a la propuesta de para modificar el índice de capacidad: no tener en cuenta los ingresos por matrícula, tener en cuenta únicamente como índice de capacidad los aportes del Estado. Obtener más equidad, es decir, con respecto a las universidades de condiciones deficientes. Los argumentos no fueron aprobados y por consiguiente se conservó el ICAD original.
2009	40%	30%	20%	10%	Se planteó lo siguiente: estabilizar y mantener el Modelo de Indicadores de Gestión utilizado a partir de 2005. Revisar los protocolos y las variables utilizadas para el modelo dinámico utilizado en el 2007. Se propone mantener una participación fija para las universidades acreditadas: propuesta del 4%. Se propone un apoyo de 1% a la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, dada su situación financiera y presupuestal. A partir del sexto año de la vigencia de la presente ley, el Gobierno Nacional incrementará sus aportes para las universidades estatales u oficiales, en un porcentaje no inferior al 30% del incremento real del Producto Interno Bruto.
2011	40%	40%	15%	5%	El Viceministerio de Educación Nacional, presentó una propuesta de indicadores y metodología estadística para la distribución de recursos Art 87 Ley 30 de 1992, para la vigencia 2011, El Ministerio propuso para la distribución de los recursos año 2011, utilizar el enfoque de resultados de acuerdo a las capacidades que tienen las Universidades y mantener los indicadores utilizados en 2010 y la metodología estadística de fronteras de producción. Se estableció como ponderadores adicionales: universidades acreditadas: 3% - Oportunidad y calidad en el reporte de información: 2%
2012	35%	40%	15%	10%	Recomendaciones del CESU <ul style="list-style-type: none"> • Reforzar el porcentaje destinado a las Universidades con acreditación. • Incluir indicadores de articulación relacionados con egresados para realizar un monitoreo de quienes están en el nivel de emprendimiento de creación de empresa. • Asignar un mayor porcentaje a bienestar y disminuirlo en formación. Ponderadores adicionales: universidades acreditadas: 5%

Fuente: MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL. Modelo de Indicadores de Gestión, Propuesta de distribución recursos Artículo 87 Ley 30 de 1992, septiembre 4 de 2012.

5.1.2 Aplicación del modelo SUE y los indicadores de gestión propuestos que miden el desempeño. El proceso seguido por el SUE para adoptar un sistema de indicadores, en una primera fase de uso, ha sido sometido a ajustes y simplificaciones tomando en consideración principalmente la coherencia del sistema, la confiabilidad de los datos y como referente la propuesta presentada por el MEN.

El sistema de indicadores se debe examinar en sus dos dimensiones: el modelo en sí, de un lado; y por otro, los usos posibles de este modelo para distribuir o redistribuir recursos a las universidades estatales.

5.1.2.1 Sistema de indicadores y modelo de representación. El diseño de un conjunto amplio de indicadores, al comienzo, fue esencial para establecer los caminos de desarrollo del sistema y las múltiples expresiones de las funciones misionales o de soporte. Muchos de los indicadores concebidos desde el comienzo, por ahora no son viables de usar como indicadores de la gestión de las universidades por problemas de confiabilidad de la información. El diseño de un sistema de indicadores para las universidades estatales busca representar, mediante un modelo técnicamente confiable, al conjunto del sistema. La solidez técnica del modelo no puede ser juzgada o limitada por percepciones subjetivas sobre la conveniencia o no de usar uno o varios indicadores por parte de determinada institución; la legitimidad técnica del sistema está determinada por su integralidad, su concepción holística y por su correspondencia con la naturaleza de la Universidad Pública Colombiana, la confiabilidad de la información y la rigurosidad en el análisis estadístico.

Solo ahora que los datos se están consolidando es posible hacer los análisis estadísticos para encontrar un modelo que represente, con alto grado de confianza, la estructura del Sistema Universitario Estatal. Las variables que se han venido seleccionando permiten modelar a todas las Universidades y hacer análisis generales sobre el desempeño de las universidades públicas, contando siempre con referentes internacionales para evitar los juicios de valor y para la determinación de umbrales razonables para cada indicador.

Dada la importancia de evaluar tendencias, considerar los esfuerzos recientes que han hecho las universidades y no centrar las evaluaciones en datos de un año se incorporarán, en la medida de las posibilidades y dependiendo de la calidad y equivalencia de la información, indicadores dinámicos derivados de series de tiempo.

Este deberá ser el comienzo de un proceso permanente de construcción de un referente nacional, evaluando y definiendo simultáneamente lo que el Sistema Universitario considerará como buenas prácticas de gestión universitaria en Colombia.

5.1.2.2 El uso. El SUE siempre ha manifestado su interés por mejorar su participación relativa en el sistema de educación superior colombiano no solo desde el punto de vista de su impacto social por acción directa de los académicos en la sociedad sino a través de la cobertura. Ante la imposibilidad manifiesta, a corto plazo, de contar con recursos incrementales para fomentar el desarrollo acelerado de las Universidades Estatales y a nombre de la equidad se ha optado por la vía de la “redistribución” de recursos entre las instituciones del SUE. Dicha redistribución tal como se concibió, incorporando a la bolsa común un porcentaje de los recursos aportados por la Nación a las universidades estatales sin tomar en consideración los aportes que ellas reciben de los entes territoriales o municipales genera una inmediata transferencia, antes de aplicar cualquier sistema de indicadores, de las universidades nacionales a las territoriales y muy seguramente de las grandes a las pequeñas.

Como una forma de hacer corresponder el sistema de asignaciones a las características disímiles de las universidades y a las políticas de coyuntura que promueven: a) cobertura; b) la eficiencia global; c) la formación de profesores a los más altos niveles y la investigación; d) la calidad, se propone la creación de cuatro bolsas para la redistribución de recursos.

a) Una bolsa para estimular mejoras en la eficiencia, un estímulo al buen desempeño en el presente, la evaluación se hará sobre el análisis de correlación entre capacidades académicas ICAD y los resultados IR tomando el modelo estadístico de representación como referente.

b) Las otras tres bolsas para asignar recursos son: una para cobertura, una para calidad y la última para promover la formación de profesores a los más altos niveles y la investigación. Estas bolsas constituyen un estímulo a la innovación e introducción de cambios en las tendencias, tal y como el Ministerio lo sugiere. La forma ya específica de asignación de recursos será elaborada por el Ministerio y luego presentada al conjunto de Rectores para la respectiva concertación. Los indicadores y el modelo que representa al sistema son un referente para dicha redistribución de dinero; las consideraciones de fondo tienen que basarse en las políticas, en la visión de cada universidad, en umbrales para las metas basados en buenas prácticas internacionales y en evaluaciones cualitativas.

5.1.2.3 El sistema de indicadores y un modelo estadístico que represente al Sistema Universitario Estatal. Ya está claro para todos que así el modelo teórico sea el más coherente metodológicamente, la calidad de la información, su confiabilidad, es la garantía de éxito del sistema, desde el punto de vista técnico. Dado que se presentan múltiples interpretaciones para los datos, se ha surtido por parte de la Subcomisión Técnica del SUE un proceso de definición de cada una de las variables involucradas en el conjunto de indicadores seleccionados para que todas y cada una de las universidades reporten información equivalente y comparable.

Consideraciones básicas sobre el modelo

Para el análisis que sigue la palabra “modelo” se emplea para designar la representación gráfica que resulta del análisis de correlación múltiple realizado entre las variables que resumen las capacidades académicas de una institución y los resultados que dicha Universidad logra con esas capacidades.

En relación con el modelo, y una vez realizados los cálculos con los datos reales validados por cada universidad se puede afirmar lo siguiente:

- El modelo puede ser usado como referente o herramienta para asignar recursos. No constituye una forma directa para asignar recursos. Por eso se había afirmado antes que: las consideraciones de fondo tienen que basarse en las políticas para la educación superior, en la visión de cada universidad, en umbrales para las metas basados en buenas prácticas internacionales y en evaluaciones cualitativas.
- El modelo se basa en un conjunto representativo de variables que corresponden a ideales de universidad; ellas explican solo una parte de lo que son las Universidades, no todo lo que ellas son o hacen.
- El modelo no permite inferir un futuro deseable de acuerdo con la visión de cada Universidad, pero las variables seleccionadas y el modelo pueden tomarse como referente para orientar decisiones estratégicas de las universidades y políticas generales para el conjunto.
- Cada uno de los indicadores para los cuales se solicitó la información a las universidades, es relativo a alguna capacidad que ella tiene. El uso de cada indicador es múltiple como múltiples son las maneras de analizarlos. Para los cálculos del modelo los indicadores no se emplean en la forma normal como se describen, lo que se usa es la variable principal que está en el denominador. Por ejemplo, el indicador IQA12 Esfuerzo de la Institución en la formación docente en doctorado incluye en el numerador el total de docentes de planta de tiempo completo matriculados en programas de doctorado y en el denominador el total de docentes de planta de tiempo completo sin título de doctor. Para el modelo, sin embargo, en el denominador se usa, entre otras, una variable compuesta que toma en cuenta todos los profesores con el título de más alto grado alcanzado.
- Tomando la información básica enviada por las universidades algunos índices se han combinado en un indicador más complejo para hacer más simple el análisis. Este es el caso de los puntajes derivados de la productividad docente para los cuales se usan los criterios establecidos en el Decreto 1279 de 2002, se solicitan discriminados pero se usan agrupados en una sola variable. Lo

mismo puede decirse de la multidisciplinariedad y de los estudiantes matriculados.

- Algunas variables son eliminadas en el análisis estadístico, porque no son variables independientes de otras que están incluidas o porque su poder de explicación en el modelo es poco significativo. Esto de ninguna manera implica que esos indicadores no sean importantes o útiles para los propósitos del sistema o para hacer inferencias más detalladas sobre algunos aspectos específicos de la gestión.
- Cada variable incluida en el modelo tiene una capacidad de explicación de lo que sucede, de los resultados que corresponden y corresponderían a determinada capacidad académica disponible. Esa influencia de cada variable no es arbitraria ni puede ser asignada subjetivamente por la Subcomisión Técnica del SUE ni por el Colegiado de Rectores, es parte integral del modelo que establece correlaciones entre variables con alto grado de confianza.

La estrategia estadística de evaluación y simplificación del modelo combina análisis de conglomerados por insumos y resultados, análisis por componentes principales y análisis de correlación múltiple.

El modelo es simple, fácil de comprender, fácil de calcular y fácil de usar. Para el modelo simplificado no se requieren todos los indicadores, ni todas las variables por que no todas ellas son variables independientes entre sí.

Los académicos expertos que analizan los indicadores del SUE siempre han recomendado que se debe asegurar que el sistema “cierre” como totalidad holística; por eso debe avanzarse hasta que se cuente con información contable que permita evaluar dimensiones como depreciación amortización de activos y valorizar inventarios; además, debe asegurarse que estén representadas en el sistema la mayor cantidad de variables independientes posible.

5.1.3 Índices de gestión o calidad. A continuación se presenta el listado de los 22 indicadores resultantes del proceso de planeación y consolidación de información del Modelo, a partir de los cuales se construyen los índices de resultados agregados y de capacidad del SUE.

Indicadores y variables que componen los índices

Las variables e indicadores que se consideraron en la construcción de cada uno de los índices son las siguientes:

Se entiende por indicador a la expresión cuantitativa o cualitativa que permite describir características, comportamientos o fenómenos de la realidad, en un momento determinado. Se habla de variables o indicadores, porque si bien algunos de los resultados de la universidad pueden representarse a través de variables como el número de alumnos matriculados, otros resultados son el producto de la combinación de variables que resultan en la construcción de indicadores. Adicionalmente, el conjunto de las variables o indicadores utilizados producen los índices de capacidad y de resultados.

Índice de capacidad (ICAD)

IC1 - RECURSOS HUMANOS: número de docentes en tiempos completos equivalentes, incluyendo catedráticos y ocasionales, discriminados por niveles de formación.

IC2 - RECURSOS FINANCIEROS: recursos financieros provenientes del Estado y generados por la universidad en desarrollo de su actividad, causados en el año respectivo. (Cuantificar los recursos financieros con que cuentan las universidades públicas para el desarrollo de su quehacer misional y la obtención de resultados, con excepción de los recursos dedicados a remunerar el personal docente).

IC3 - RECURSOS FÍSICOS: área de los espacios físicos construidos disponibles para las actividades universitarias misionales y de apoyo administrativo.

Índice de resultados de formación (IRFOR)

IRD1 - MULTIDISCIPLINARIEDAD: número de programas académicos de pregrado y posgrado ofrecidos por la institución.

IRD2 - CALIDAD: programas académicos de pregrado con acreditación de calidad

IRD3 - PRODUCTIVIDAD: productividad y calidad de la producción bibliográfica derivada de los procesos de docencia. (Total puntaje obtenido por libros de texto elaborados por los docentes de la institución en el año).

IRD4 - COBERTURA: matriculados por primera vez en primer curso por niveles de formación y metodologías de enseñanza en pregrado.

IRD5 - COBERTURA: matrícula total por niveles de formación y metodologías de enseñanza en pregrado y posgrado.

IRD6 - IMPACTO: graduados en el nivel de formación de pregrado y posgrado por metodologías de enseñanza y áreas de conocimiento.

IRD7 - CALIDAD: número de estudiantes de la universidad que obtuvieron un puntaje mayor al percentil 75 del ECAES.

Índice de Ciencia, tecnología e innovación (IRPROD)

IRI1 INVESTIGACIÓN: número de grupos de investigación reconocidos y escalafonados por Colciencias.

IRI2 - PRODUCTIVIDAD: número ponderado de revistas indexadas de la institución de acuerdo la legislación vigente (Colciencias).

IRI3 - PRODUCTIVIDAD: número ponderado de libros publicados resultado de la investigación durante la vigencia

IRI4 - PRODUCTIVIDAD: número de artículos ponderado de carácter científico, técnico, artístico, humanístico o pedagógico, publicados en revistas indexadas

IRI7 - IMPACTO: número de graduados en programas de maestrías y doctorados.

Indicador de extensión (IREXT)

IRE1 - EXTENSIÓN: valoración en términos monetarios de la interacción e integración de la Universidad con el entorno, por medio del desarrollo de procesos de extensión en sus diferentes modalidades (ingresos por venta de servicios de extensión)

IRE2 - EXTENSIÓN: número de docentes en TCE (Tiempo Completo Equivalente) dedicados a las actividades de extensión en el respectivo año.

IRE3 - EXTENSIÓN: estudiantes vinculados en el desarrollo de la función de extensión.

IRE4 - EXTENSION: número de horas ofertadas en programas de educación continuada al año.

IRE5 - EXTENSIÓN: entidades vinculadas formalmente al desarrollo de la extensión.

Indicador de bienestar (IRBIE)

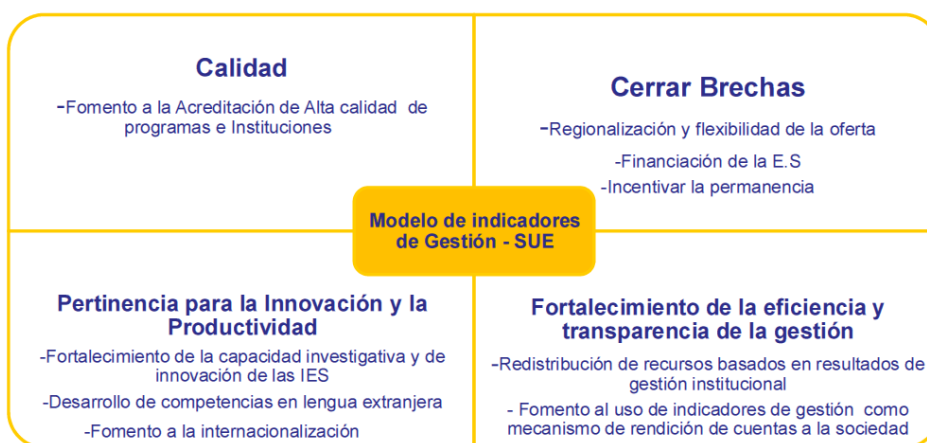
IRB1 - BIENESTAR ATENCIÓN AL ESTUDIANTE: apoyos económicos a estudiantes de pregrado y posgrado.

IRB2 - BIENESTAR: presupuesto total ejecutado destinado a programas de bienestar.

Para la distribución de los recursos de Ley 30 de 1992, el Ministerio de Educación Nacional propuso una nueva metodología para la aplicación del modelo SUE, la cual tuvo su desarrollo en el año 2011 como referencia más cercana. Tomó información reportada por las Universidades durante el periodo 2003-2010 y sobre ella aplicó el modelo propuesto. Para el año 2012, se propuso igualmente una nueva metodología y técnica estadística que se evaluó y aplicó para cinco universidades (UIS, UTP, Antioquia, Nacional y Quindío), no obstante, se decidió no aplicarla este año, hasta no revisar a profundidad el tema, y se propone continuar con la utilizada en los últimos 2 años⁷.

El Modelo de Indicadores de Gestión es una herramienta que mide el desempeño de las universidades públicas a través de indicadores asociados a sus actividades misionales. El Modelo se basa en el análisis del grado de optimización de la capacidad de cada universidad en la producción de los resultados esperados, constituyéndose así en una medida de eficiencia. Esta herramienta ayuda al fortalecimiento de la gestión en la IES, el fomento del uso y la apropiación de la información para la toma de decisiones y la adopción de estrategias y mecanismos que contribuyan al uso eficiente de los recursos en el sector. El modelo actualmente utilizado para la distribución de recursos es el de la figura 5.

Figura 5. La medición de la gestión de las universidades públicas y los énfasis de política educativa.



Fuente: MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL. Modelo de Indicadores de Gestión, Propuesta de distribución recursos Artículo 87. Ley 30 de 1992, septiembre 4 de 2012.

⁷ MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL. Modelo de Indicadores de Gestión, Propuesta de distribución recursos Artículo 87. Ley 30 de 1992, septiembre 4 de 2012.

5.1.4 Modelo Ranking U-Sapiens. Un grupo privado nacional ha desarrollado una herramienta de medición para la Investigación en las Instituciones de Educación Superior. Se trata de una versión nacional para la configuración de los famosos rankings, tan ampliamente criticados por sus versiones sesgadas y desconocedoras de las realidades de las universidades latinoamericanas.

El Ranking U-Sapiens Colombia clasifica teniendo en cuenta ciertos términos de calidad y de esta forma generar comparaciones y clasificarlas con las demás IES del mundo. El ranking que se publica dos veces al año.

Cuadro 4. Las 64 mejores universidades de Colombia - primer semestre de 2010

1	(O) Universidad Nacional de Colombia – Bogotá	Bogotá
2	(O) Universidad de Antioquia – Medellín	Antioquia
3	(O) Universidad del Valle – Cali	Valle Cauca
4	(P) Pontificia Universidad Javeriana – Bogotá	Bogotá
5	(P) Universidad de los Andes	Bogotá
6	(O) Universidad Nacional de Colombia – Medellín	Antioquia
7	(O) Universidad Industrial de Santander	Santander
8	(P) Fundación Universidad del Norte	Atlántico
9	(O) Universidad Tecnológica de Pereira	Risaralda
10	(O) Universidad de Caldas	Caldas
11	(P) Universidad Pontificia Bolivariana – Medellín	Antioquia
12	(O) Universidad del Cauca – Popayán	Cauca
13	(O) Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia – Tunja	Boyacá
14	(O) Universidad Distrital Francisco José de Caldas	Bogotá
15	(O) Universidad de Cartagena	Bolívar
16	(P) Universidad Externado de Colombia	Bogotá
17	(P) Universidad EAFIT – Medellín	Antioquia
18	(O) Universidad Pedagógica Nacional	Bogotá
19	(P) Universidad del Rosario	Bogotá
20	(P) Universidad Santo Tomás – Bogotá	Bogotá
21	(P) Universidad de la Sabana	Cundinamarca
22	(O) Universidad del Atlántico – Barranquilla	Atlántico
23	(O) Universidad Militar Nueva Granada	Bogotá
24	(O) Universidad Nacional de Colombia – Manizales	Caldas
25	(O) Universidad de Córdoba – Montería	Córdoba
26	(O) Universidad del Magdalena – Santa Marta	Magdalena
27	(P) Universidad de la Salle	Bogotá
28	(O) Universidad de Pamplona	N. Santander
29	(P) Universidad Libre – Cali	Valle Cauca
30	(P) Universidad de Manizales	Caldas
31	(O) Universidad Nacional de Colombia – Palmira	Valle Cauca

32	(O) Universidad del Tolima – Ibagué	Tolima
33	(O) Universidad del Quindío	Quindío
34	(P) Universidad Simón Bolívar – Barranquilla	Atlántico
35	(P) Universidad el Bosque	Bogotá
36	(P) Universidad CES – Medellín	Antioquia
37	(P) Universidad de Medellín	Antioquia
38	(P) Universidad Autónoma de Bucaramanga	Santander
39	(P) Pontificia Universidad Javeriana – Cali	Valle Cauca
40	(P) Universidad Libre – Bogotá	Bogotá
41	(O) Universidad de Nariño – Pasto	Nariño
42	(P) Universidad Católica de Colombia	Bogotá
43	(P) Universidad Autónoma de Manizales	Caldas
44	(P) Universidad Autónoma de Occidente	Valle del Cauca
45	(P) Universidad Antonio Nariño	Bogotá
46	(P) Fundación Universidad Central	Bogotá
47	(P) Universidad Sergio Arboleda	Bogotá
48	(P) Universidad ICESI – Cali	Valle Cauca
49	(O) Universidad Tecnológica del Chocó	Chocó
50	(P) Universidad San Buenaventura – Bogotá	Bogotá
51	(P) (IU) Fundación Universitaria Konrad Lorenz	Bogotá
52	(P) Universidad Cooperativa de Colombia – Bogotá	Bogotá
53	(P) Universidad de Ibagué	Tolima
54	(P) Universidad de San Buenaventura – Cali	Valle Cauca
55	(O) Universidad de los Llanos – Villavicencio	Meta
56	(O) Universidad Francisco de Paula Santander	N. Santander
57	(P) Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales	Bogotá
58	(P) Universidad Santo Tomás – Bucaramanga	Santander
59	(P) Universidad EAN	Bogotá
60	(IU) Escuela de Ingeniería de Antioquia	Antioquia
61	(P) Universidad Autónoma de Colombia	Bogotá
62	(P) Universidad Piloto de Colombia	Bogotá
63	(IU) Instituto Tecnológico Metropolitano	Antioquia
64	(P) Universidad Católica de Manizales	Caldas

(O): oficiales, (P): privadas, (IU): instituciones universitarias

Fuente: <http://masguau.com/2011/01/22/las-64-mejores-universidades-de-colombia-segun-ranking-u-sapiens-colombia/>

Para el Ranking se abordaron las IES que cumplieran con tener datos de estos tres indicadores:

1. Programas de maestrías y doctorados (datos públicos que se pueden consultar en la web del Ministerio de Educación Superior),
2. Grupos de investigación (públicos-Colciencias),

3. Revistas indexadas en Publindex (públicos-Colciencias).

De las 125 universidades (U) y 114 instituciones universitarias (IU) activas, solo 61 (U) y 3 (IU) cumplieron con estos requisitos. Las 5 primeras universidades son de Bogotá, Medellín Cali. 25 de estas 64 IES son públicas.

Las primeras 5 universidades de este ranking coinciden con los puestos que ocuparon en dos rankings reconocidos internacionalmente (el de Scimago y Webometrix). La alta correlación entre los puntajes de este ranking y datos de otros indicadores (relacionados con producción científica y situación económica) demostraron su objetividad, certeza y precisión. Este modelo de Ranking U-Sapiens Colombia fue registrado ante la Dirección Nacional de Derechos de Autor y fue presentado como ponencia ante la comunidad científica y académica en el Encuentro Nacional de Investigación y Desarrollo Enid-2010. Este ranking le ayudará a los bachilleres interesados en la investigación a orientar sus expectativas por presentarse a una universidad o institución universitaria; brinda una radiografía muy objetiva con respecto a la madurez de las IES; desafía a rectores, líderes de grupos de investigación y editores a mejorar sus indicadores de CT+I; servirá como herramienta para que los actores políticos centren sus esfuerzos más estratégicamente. Las IES colombianas que entraron en concurso debieron contar con tres requerimientos: que contengan programas de maestrías y doctorados, que cuenten con grupos de investigación y que publiquen artículos académicos en sus revistas indexadas en Publindex⁸.

5.1.5 Propuesta metodología e indicadores 2012

INDICES

- Índices de resultados y de capacidad (ICAD, IRFOR, IRCTI, IREXT, IRBIE).
- Cada índice se estima en forma separada, utilizando el análisis factorial (resume las diferentes variables).

COMPONENTES

- Estático (eficiencia en el 2011).
- Dinámico (desarrollo de cada una de las universidades (2003 – 2011)).

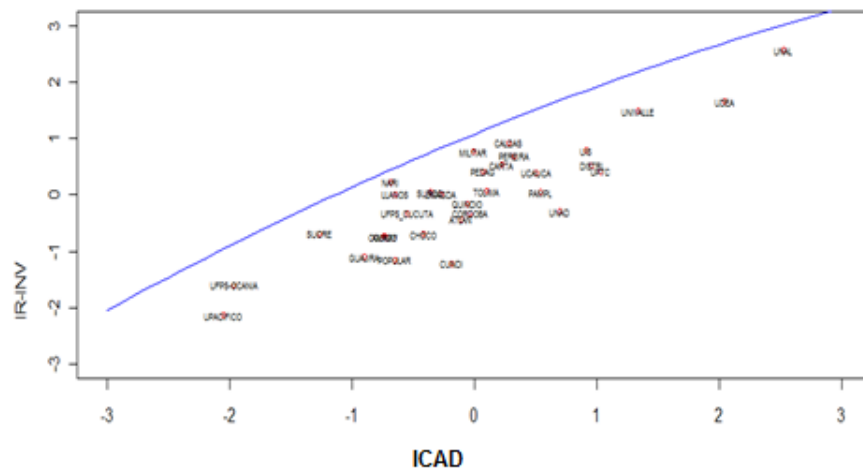
⁸MASGUAU. Las 64 mejores universidades de Colombia según Ranking U-Sapiens Colombia. Disponible en Internet. <http://masgau.com/2011/01/22/las-64-mejores-universidades-de-colombia-segun-ranking-u-sapiens-colombia/>

Para el año 2012 se contó con 31 indicadores y se utilizó para el modelo, 27 universidades.

Cuadro 5. Índices

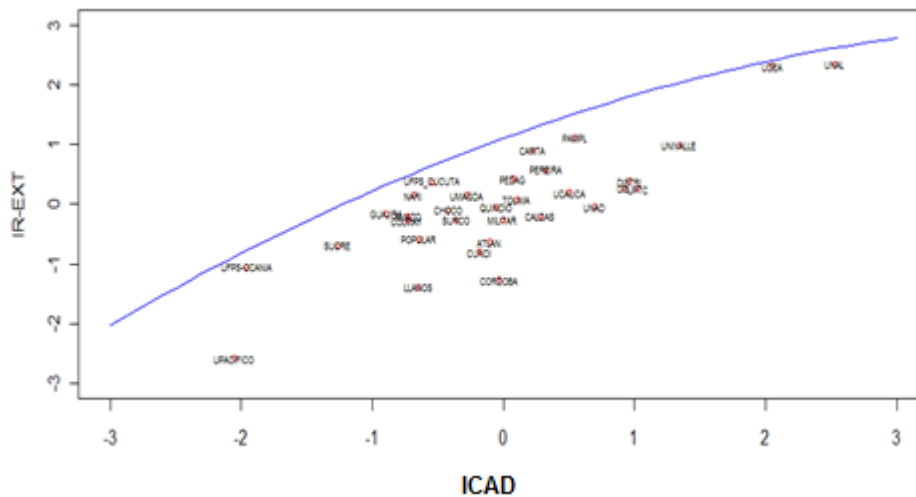
Índices	Descripción
Índice de capacidad	<ul style="list-style-type: none"> • Espacios físicos construidos disponibles para las actividades universitarias misionales y de apoyo administrativo. • Número de profesores en Tiempos Completos Equivalentes (TCE) ponderado por nivel de formación. • Recursos financieros provenientes del Estado y generados por la universidad en desarrollo de su actividad. • Gasto en personal no docente. • Número de computadores para el uso de los estudiantes, personal, administrativos y profesores.
Índices	Descripción
Índices de formación	<ul style="list-style-type: none"> • Número ponderado de programas. • Número ponderado de estudiantes de primer curso. • Número ponderado de matriculados. • Número ponderado de graduados. • Número ponderado de estudiantes que obtienen un puntaje mayor al quintil superior de las pruebas Saber Pro. • Número de estudiantes con resultados B2 en el examen de inglés de las pruebas Saber Pro. • Número de graduados vinculados al sector formal de la economía. • Número de estudiantes extranjeros matriculados en IES con las que la universidad tiene convenio. • Número de estudiantes en programas de movilización en universidades internacionales con las que se tiene convenio.
Índices	Descripción
Índice de investigación	<ul style="list-style-type: none"> • Número ponderado de revistas indexadas de la institución. • Número ponderado de artículos publicados en revistas indexadas. • Número de patentes nacionales e internacionales y secretos industriales de la institución. • Movilidad de docentes e investigadores de IES colombianas en el exterior. • Número de productos audiovisuales, cinematográficos o fonográficos y obras artísticas. • Empresas de innovación y/o base tecnológica creadas a partir de la investigación (Spin off) (nueva). • Número ponderado de grupos de investigación reconocidos y escalafonados por Colciencias.

Figura 7. Índice de investigación.



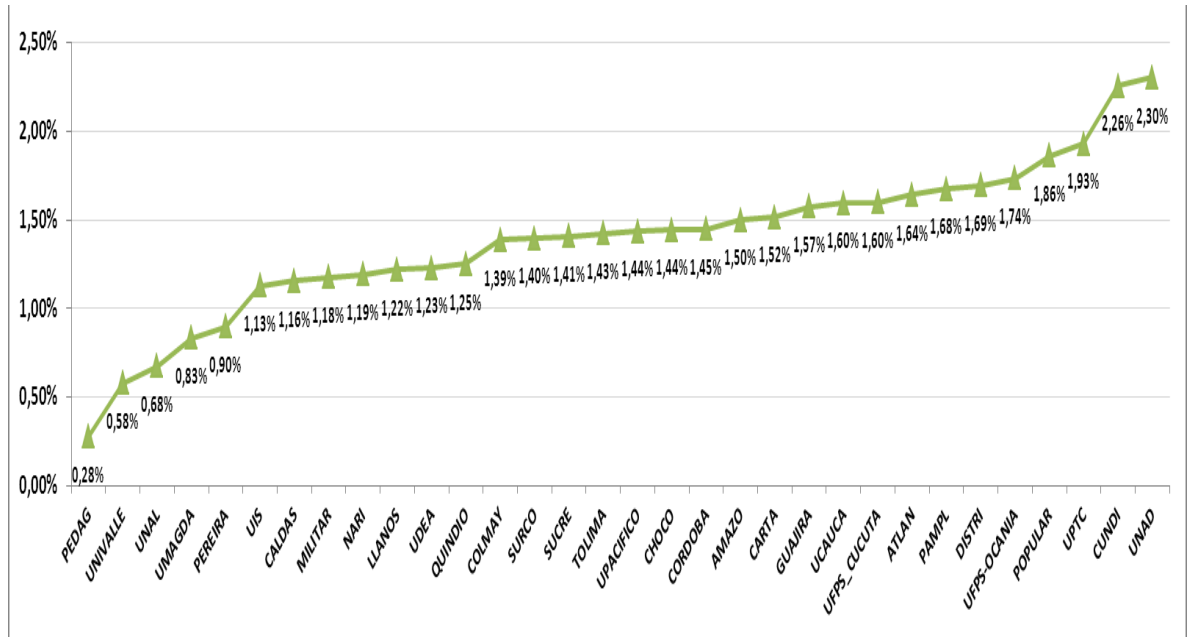
Fuente: MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL. Modelo de Indicadores de Gestión, Propuesta de distribución recursos Artículo 87 Ley 30 de 1992, septiembre 4 de 2012.

Figura 8. Índice de extensión.



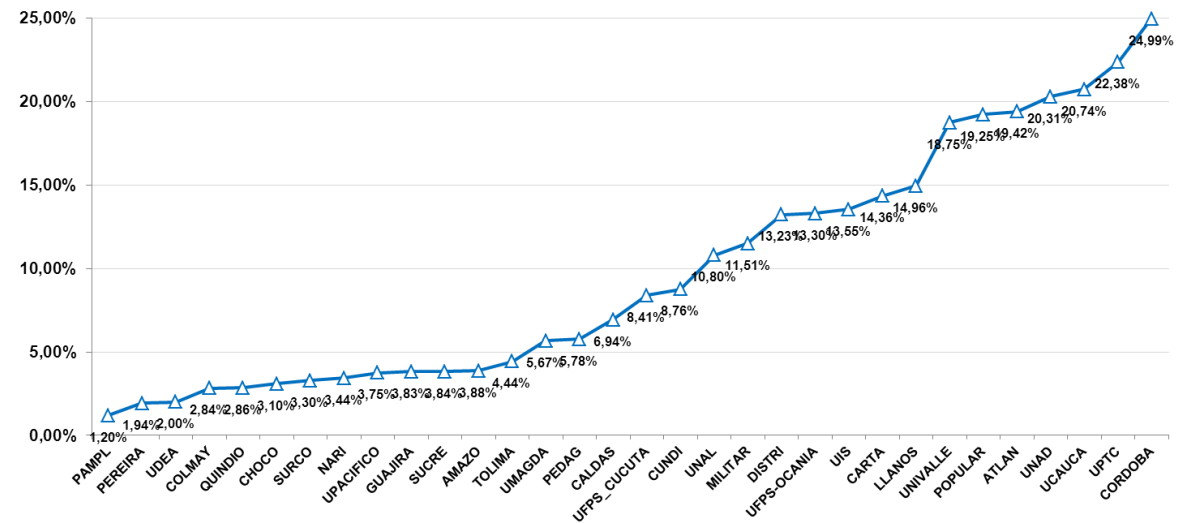
Fuente: MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL. Modelo de Indicadores de Gestión, Propuesta de distribución recursos Artículo 87 Ley 30 de 1992, septiembre 4 de 2012.

Figura 11. Investigación



Fuente: MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL. Modelo de Indicadores de Gestión, Propuesta de distribución recursos Artículo 87 Ley 30 de 1992, septiembre 4 de 2012.

Figura 12. Extensión.



Fuente: MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL. Modelo de Indicadores de Gestión, Propuesta de distribución recursos Artículo 87 Ley 30 de 1992, septiembre 4 de 2012.

Propuesta de distribución de recursos

1. Se propone ponderar cada uno de los índices por los siguientes porcentajes:

35% Formación

40% Investigación

15% Extensión

10 % Bienestar

2. Ponderadores por componente:

Estático: 70% Dinámico: 30%

3. Ponderadores adicionales: Universidades acreditadas: 5%

Con base en estos criterios, se realiza la distribución de los recursos, de acuerdo a la posición obtenida por cada universidad al aplicar el modelo SUE y la técnica del análisis factorial para cada índice. En el cuadro 6 se presentan los indicadores SUE Incorporados al modelo, con sus porcentajes estadísticos para cada bolsa.

Cuadro 6. Indicadores SUE

Ítem	Índice	Descripción	Tipo de índice	%
I1	IC1	Recursos Humanos - Personal Docente	ICAD	
I2	IC2	Recursos Financieros_ Final	ICAD	
I3	IC3	Capacidad Física Área Construida	ICAD	
I4	IRB1	POS - Apoyo Socioeconómico a Estudiantes Pregrado	Área de bienestar	10%
I4	IRB1	PRE - Apoyo Socioeconómico a Estudiantes Pregrado	Área de bienestar	10%
I5	IRB2	Presupuesto ejecutado destinado a Bienestar	Área de bienestar	10%
I6	IRB3	Programas de Atención Salud	Área de bienestar	10%
I6	IRB3	Programas de Formación Cultural	Área de bienestar	10%
I6	IRB3	Programas de Formación Deportivo	Área de bienestar	10%
I6	IRB3	Programas de Formación Recreativo	Área de bienestar	10%
I7	IRD1	POS Multidisciplinaria Posgrado	Área de formación	40%
I7	IRD1	PRE Multidisciplinaria Pregrado	Área de formación	40%
I8	IRD2	Calidad Programas Acreditados	Área de formación	40%
I9	IRD3	Productividad Libros de Texto	Área de formación	40%
I10	IRD4	POS Cobertura Matriculados por primera vez posgrado	Área de formación	40%
I10	IRD4	PRE Cobertura Matriculados por Primera Vez pregrado	Área de formación	40%
I11	IRD5	POS Cobertura Matrícula total posgrado	Área de formación	40%
I11	IRD5	PRE Cobertura Matrícula Total pregrado	Área de formación	40%
I12	IRD6	POS Impacto Graduados posgrado	Área de formación	40%
I12	IRD6	PRE Impacto Graduados pregrado	Área de formación	40%
I13	IRD7	Resultados ECAES	Área de formación	40%
I14	IRE1	Dimensión económica de la Extensión	Área de extensión	20%
I15	IRE2	Docentes TCE vinculados a la función de Extensión	Área de extensión	20%
I16	IRE3	Estudiantes Vinculados a actividades de Extensión	Área de extensión	20%
I17	IRE4	Educación Continuada	Área de extensión	20%
I18	IRE5	Instituciones vinculadas a actividades de Extensión	Área de extensión	20%
I19	Ire6	Recursos aplicados a los programas, proyectos y actividades de proyección social	Área de extensión	20%

Ítem	Índice	Descripción	Tipo de índice	%
120	Iri1	Ciencia y tecnología: número de grupos de investigación	Área de investigación	30%
I21	Iri2	Ciencia y tecnología: número revistas indexadas	Área de investigación	30%
I22	Iri3	Ciencia y tecnología: número de libros de investigación	Área de investigación	30%
I23	Iri4	Ciencia y tecnología: número de artículos de investigación	Área de investigación	30%
I24	Iri5	Ciencia y tecnología: recursos propios asignados y ejecutados en la vigencia	Área de investigación	30%
I25	Iri6	Ciencia y tecnología: número de investigadores activos	Área de investigación	30%
I26	Iri7	Ciencia y tecnología: número de graduados en programas de maestría y doctorado	Área de investigación	30%
I27	Iri8	Ciencia y tecnología: número de patentes aprobadas	Área de investigación	30%
I28	Iri9	Ciencia y tecnología: número de patentes licenciadas	Área de investigación	30%
I29	Iri10	Ciencia y tecnología: recursos externos obtenidos por proyectos de CTI	Área de investigación	30%

Fuente: MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL. Modelo de Indicadores de Gestión, Propuesta de distribución recursos Artículo 87 Ley 30 de 1992, septiembre 4 de 2012.

5.2 MARCO CONCEPTUAL

5.2.1. Necesidad de la minería de datos. La revolución de la información está creando inmensos repositorios de datos, los cuales, en vez de incrementar la productividad, amenazan con convertirse en engorrosos almacenes de información inútil. El reto actual es: cómo explorar estos almacenes de datos tratando de extraer de ellos conocimiento útil.

La minería de datos como tal, aparece debido a la necesidad de enfrentar este desafío. Este problema se puede enfrentar con técnicas estadísticas puras y con técnicas no estadísticas. Se mencionará el abanico de técnicas pero se dará un enfoque específicamente en una de las técnicas KDD o de descubrimiento de conocimiento en bases de datos (knowledge discovery in databases)⁹.

5.2.2. Problemas de la minería de datos. Una tarea rutinaria de estos tiempos tal como hacer una llamada, usar una tarjeta bancaria o comprar un artículo o visitar

⁹ ARIAS MONTOYA, Reinel. Detección temprana de fallas en la red de internet banda ancha aplicando minería de datos, Proyecto de Grado, Universidad Tecnológica de Pereira, 2010.

una página web, conlleva un registro en un computador. Hoy día esta clase de transacciones generan terabytes de datos en los sistemas de almacenamiento principal de las empresas. Existen aún aplicaciones más especializadas como por ejemplo en los observatorios astronómicos donde actualmente colectan varios terabytes por día. Estas categorías de datos y otras son el objeto de las técnicas de minería. A pesar de que estas bases pueden contener verdaderos tesoros de conocimiento científico, de ciencias de la salud, de negocios, social, ambiental y muchos más, su exagerado volumen hace que los enfoques tradicionales de analizar los datos y extraer conocimiento sean casi imposibles debido a que muchas de estas técnicas requieren del cálculo de distancias entre todos y cada uno de los datos disponibles lo cual se hace aún impráctico cuando se tienen tan solo varios millones de registros. Preguntas específicas de los negocios tales como: ¿Qué clientes son susceptibles de irse a la competencia? o ¿Qué productos hay que mejorar?, no pueden ser respondidas con una simple consulta a una base de datos. Dejando de lado estos importantes hechos, quizás la principal razón para la necesidad creciente de la minería de datos, es el éxito que de por sí tuvieron los sistemas de base de datos y su proliferación en toda clase de organizaciones. No hace mucho, solo las grandes corporaciones podían asimilar los costos de tener grandes almacenes de datos pero hoy día se registran altos volúmenes de datos desde gran cantidad de diversas aplicaciones.

En un ambiente competitivo como la ciencia, los negocios o el gobierno, se puede llegar a obtener pérdidas importantes si se ignoran los activos de información de que dispone. Al ser humano se le hace difícil por naturaleza tratar de visualizar o entender el contenido de bases de datos compuestas de millones de registros cada uno conteniendo a su vez cientos o miles de atributos. Considérese por ejemplo un simple almacén que trabaje con 1000 ítems distintos y reciba unos 500 clientes diarios. Una pregunta interesante (tal como determinar qué ítems tienden a ser comprados juntos en un mes particular) requiere el análisis de millones de puntos de datos en miles de dimensiones. Esta es una clase de problema que es imposible de realizar para un ser humano. Las dimensiones y los volúmenes de datos explotan aún más cuando se consideran patrones a lo largo de semanas, meses, años, temporadas o en cualquier otra dimensión. Problemas similares a estos son los que enfrentan la ciencia para analizar inmensas cantidades de datos, las agencias de publicidad para enfocar sus campañas, los inversionistas para saber dónde colocar su dinero, en las plantas de producción para determinar las causas de cuellos de botella inexplicables o en las del caso que de este proyecto para las universidades públicas determinar qué conocimiento es posible extraer de las bases de datos de indicadores exigidos por el Ministerio de Educación Nacional, para aprovechar en su mejoramiento interno.

5.2.3 SQL y la minería de datos. Los sistemas de base de datos fueron intrínsecamente diseñados para que de una manera eficiente recuperen, actualicen y mantengan grandes cantidades de datos. El lenguaje para interactuar con esos almacenes es el SQL. Sin embargo, este lenguaje fue diseñado para un

propósito diferente al de ayudarnos a explorar, entender o analizar los datos. Una consulta SQL representa una descripción lógica exacta de un conjunto de datos objetivo.

Desafortunadamente, en general, la información necesaria para la toma de decisiones no es tan fácil de especificar en tal lenguaje de consultas. Suponer por ejemplo que se necesita detectar transacciones fraudulentas en una base de datos de tarjetas de crédito. Es extremadamente difícil escribir una consulta que distinga los registros de transacciones fraudulentas de las que no lo son. Por el contrario, un enfoque de minería de datos podría tomar casos ya identificados con anterioridad como fraudulentos y otros casos que se sabe son "limpios" y dejar que el computador construya un modelo de clasificación que distinga entre ambos. Hoy día se actúa como testigo de la cantidad de información disponible que crece y que a pesar de haber logrado desarrollar sistemas para almacenarla, retenerla y accederla, la interface para su exploración, uso y análisis dista de estar consistentemente definida.

El enfoque tradicional

El lugar natural para buscar soluciones para análisis de datos es la comunidad estadística, que lleva cientos de años enfrentando los problemas de análisis de datos. Los problemas de minería de datos son fundamentalmente estadísticos por naturaleza: inferencia de patrones o modelos a partir de los datos. Sin embargo los paquetes estadísticos tienen poco que ofrecer al usuario no entrenado. Los paquetes estadísticos y esta clase de herramientas hoy día, no están integradas en línea a las bodegas de datos. Aun así, una vez superados los anteriores inconvenientes, existe uno adicional que es más difícil de superar: el problema de la escalabilidad. Los paquetes estadísticos típicos asumen conjuntos de datos relativamente pequeños y baja dimensionalidad. Esto significa que si se fuera por ejemplo a experimentar haciendo una segmentación de la base de datos corriendo el algoritmo K-means (un método simple básico para Clustering) contra un conjunto de datos que supere los tres millones de entradas. La primera operación rutinaria sería "load data" la cual fallaría en la mayoría de programas estadísticos al sobrepasar los límites de memoria disponible. En la comunidad de bases de datos, está muy de moda la aplicación del concepto de bodega de datos o data warehousing cuyo principal objetivo es definir un repositorio de datos orientado a brindar apoyo a los procesos de toma de decisiones. Para responder a las necesidades de acceder esta bodega para el soporte de decisiones, se ha vuelto muy popular la tecnología OLAP propuesta inicialmente por Edgar Frank Codd¹⁰. El énfasis actual de los sistemas OLAP es soportar la exploración de la bodega de datos a base de consultas SQL. Parte de este objetivo involucra el pre-cálculo de

¹⁰PROVIDING OLAP TO USER-ANALYSTS: AN IT MANDATE. Disponible en Internet: http://www.cs.bgu.ac.il/~dbm031/dw042/Papers/olap_to_useranalysts_wp.pdf

valores agregados o sumados a lo largo de dimensiones en el almacén multidimensional de datos.

Debido a que el número de posibles agregados se vuelve exponencial con el número de dimensiones consideradas, gran parte del esfuerzo en los sistemas OLAP se basa en decidir cuáles dimensiones considerar y cuáles agregados pre-calcular para generar las proyecciones deseadas. A pesar de que los sistemas OLAP facilitan la ejecución de consultas que de otra manera tendrían alto costo computacional al trabajar sobre 'cubos' pre-calculados y de que estos ofrecen un ambiente más adecuado para manipular y visualizar los datos, estos dependen en su totalidad de la exploración humana y del analista para formular y evaluar nuevas hipótesis sobre los datos. La inferencia y modelado están relegados completamente al analista de quien se espera encontrará patrones de interés a través de la visualización de proyecciones en pocas dimensiones (o sumaciones) de datos.

5.2.4. El proceso de descubrimiento de conocimiento. El descubrimiento de conocimientos en las bases de datos (knowledge discovery in databases o KDD), que combina métodos de la teoría de bases de datos, de la estadística, del reconocimiento de patrones, inteligencia artificial, computación de alto desempeño y otros, describe el proceso de encontrar estructuras interesantes y útiles en los datos. Por estructura se entiende patrones o modelos. Un patrón se define clásicamente como una descripción incluyente de un conjunto de datos. El proceso KDD involucra varios pasos tales como la selección, limpieza y transformación de los datos. Existe un paso crítico en este proceso que es la minería, es decir, la búsqueda de patrones en esos datos. Para un conjunto arbitrario de datos, existen más patrones posibles que datos en sí, el objetivo de la minería de datos es saber que patrones buscar y enumerar.

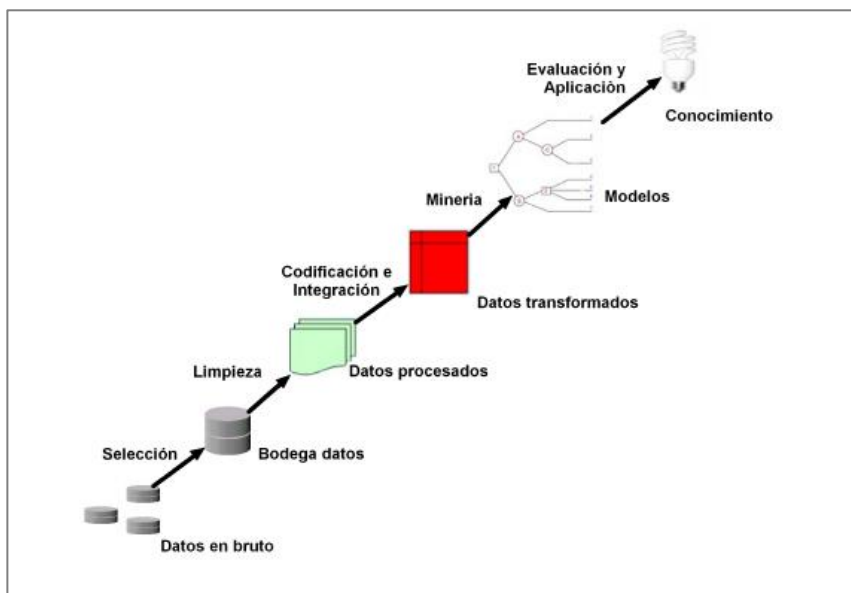
Dado que la mayoría de patrones serían completamente superfluos y quizás hasta serían producto de la aleatoriedad o a veces describirían sentencias completamente obvias, es por este motivo que se hace atractiva la minería de datos al dedicarse a la búsqueda de patrones interesantes y útiles en los mismos.

El proceso a recorrer desde los datos en bruto hasta encontrar "conocimiento" en los mismos, es un proceso largo y arduo. Los datos en bruto generados por cualquier proceso por ejemplo uno de manufactura, compras de los clientes o una central telefónica son difíciles de obtener. El primer paso es recolectar y organizar estos datos en una bodega que suministre una visión lógica unificada de diversos aspectos del negocio o la organización. Al construir una bodega de datos, la empresa se ve forzada a afrontar problemas básicos como la limpieza y consolidación de los mismos tales como creación de nuevos datos agregados o sumación de estos.

Como ejemplo se puede mencionar la información que diariamente arrojan las universidades públicas en su desempeño normal. Cada registro de información puede contener datos por separado como fechas, responsables, tipos de movimientos con sus descripciones correspondientes entre otros muchos datos. Cuando se habla de un proceso de limpieza previo se está considerando la posibilidad de reducción de volumen inicial al utilizar, por ejemplo, operaciones de sumariación sobre estos datos para no tener toda esta cantidad de registros de información independiente sino agruparlos por los diferentes programas que ofrece la Universidad. En esta reducción se produce lo que se ha denominado una limpieza y consolidación y que es un proceso lento que se debe realizar a priori en las primeras etapas del proceso KDD y que requiere de la intuición de un experto en el tema [ver Weiss]. Este es el punto más crítico del problema al requerir del criterio de un experto en el problema para determinar cuáles son las posibles variables de interés. Esta es una de las áreas donde técnicas como el diseño de experimentos puede aportar mucho a la hora de seleccionar a priori las variables independientes que se estima podrían de alguna manera influir en cierta variable de respuesta seleccionada.

5.2.4.1. Etapas del proceso KDD. El proceso de descubrimiento de conocimiento es usualmente dividido en etapas y no existe una convención estándar respecto a la delimitación de las mismas. A pesar de que cada una de estas etapas parecería como independiente de las demás, en la práctica las tres primeras, pueden estar combinadas o entremezcladas de diversas formas que dependen del problema en particular.

Figura 13.El proceso KDD



Fuente: PROVIDING OLAP TO USER-ANALYSTS: AN IT MANDATE. Disponible en Internet: http://www.cs.bgu.ac.il/~dbm031/dw042/Papers/olap_to_useranalysts_wp.pdf

Selección: Asumiendo que esta etapa es realizada por alguien que conoce y entiende el proceso y el problema de tal manera que ayuda a determinar sus objetivos, las restricciones, los cuellos de botella y otros aspectos relacionados con el proceso en estudio, el proceso KDD empieza con la selección del subconjunto del universo de datos para llevar a la bodega y que es relevante al problema, en otras palabras, las variables independientes o explicativas del problema.

Limpieza: la anterior selección esta usualmente acompañada de un proceso de limpieza. A pesar de que en el proceso de alimentación de la bodega de datos, ya de hecho se ha aplicado una limpieza inicial, éste paso está más enfocado a la tarea de minería específica a desarrollarse e incluye operaciones tales como el tratamiento de valores faltantes, detección o remoción de datos atípicos, forzar ciertas restricciones intrínsecas en los datos y la agregación o unificación de múltiples registros en uno solo.

Codificación e integración: este paso tiene que ver con la transformación de los datos buscando llevarlos a una forma donde se le pueda aplicar el método de minería de datos. Lo típico es la unificación de los datos en una única tabla. Para esto se llevan a cabo tareas como la integración de nuevos atributos traídos de otros subsistemas o subprocesos y en general aquellos que el usuario considere que pueden ser relevantes para la variable clasificatoria o de salida. Otros subprocesos pueden ser la reducción de dimensiones del modelo, reemplazando varios campos en uno. Finalmente y no menos importante, es la categorización de los datos y consiste en el proceso de asignar valores discretos a algunas variables de naturaleza continua. Por ejemplo un campo tipo 'hora' que representa valores numéricos sexagesimales continuos, se podría reemplazar por un valor categórico que tomara uno de tres posibles valores tales como 'mañana', 'tarde' o 'noche'.

Además se dice que este proceso solo se debe llevar a cabo con algunas de las variables continuas ya que en no todas las variables se justifica esta categorización manual sino más bien dejar que ésta sea llevada a cabo por algoritmos que automáticamente categoricen las variables numéricas y convertirlas típicamente en variables binarias donde el punto de corte es estimado por heurísticas propias de los algoritmos tales como el de la ganancia de información [ver Fayyad/Irani] y la lógica difusa [ver Zeidler/Schlosser]. El resultado final es un conjunto de datos bien depurado, selecto y listo como datos de entrada para la etapa de minería en sí.

Minería: en esta fase, se aplica un algoritmo para tratar de encontrar estructuras, patrones o modelos de interés en la tabla de datos. Por patrón se puede entender un modelo predictivo, una segmentación de datos, un sumario de datos o un modelo de dependencias.

El tipo de patrones generados dependerá de la clase de tarea de minería ejecutada. Para un conjunto finito de datos, siempre existirá un número de posibles patrones extremadamente grande y de hecho mucho mayor que la cantidad de datos disponibles. De aquí que los métodos exhaustivos o de búsqueda óptima se tornen imprácticos y se requieran técnicas de búsqueda basadas en heurísticas. Los métodos de minería de datos se dividen básicamente en dos modelos: modelos descriptivos y modelos predictivos.

Los modelos descriptivos buscan la segmentación u obtención de grupos/individuos aislados de datos usando técnicas tales como análisis de clúster para la segmentación de los clientes y detección de anomalías (1) para evitar fraudes y abusos.

Los modelos predictivos o de clasificación incluyen los métodos de máquinas de soporte vectorial (SVM), redes bayesianas, redes neuronales y árboles de decisión.

Evaluación y aplicación: en esta fase, se interpretan y evalúan los patrones obtenidos con el propósito de decidir cuáles son "interesantes" y a su vez interpretan los datos de una forma entendible por el usuario o que sean aceptables en la aplicación que los utilizará. Los criterios de evaluación de los patrones obtenidos son: su validez, utilidad, novedad, simplicidad y en general lo aplicables que puedan ser para el problema en particular.

En esta fase toma importancia la forma como son presentados los resultados puesto que lo deseable desde el punto de vista de la toma de decisiones, es obtener unas reglas entendibles y asimilables, que no solo sean útiles a la hora de aplicar en la toma de decisiones sino que en alguna medida aporten al entendimiento de la naturaleza del problema.

Por tanto este conocimiento obtenido, que podría ser presentado como una lista de reglas de decisión para ser usadas a la hora de escoger una alternativa que esté enmarcada dentro de un modelo de clasificación, será usado por personas para incrementar el entendimiento del proceso e idealmente para ser integrado dentro del mismo en labores de predicción o control.

5.2.5 Premisas de la minería de datos. Cuando se hace minería de datos, esencialmente lo que se busca son estructuras interesantes escondidas en la bodega de datos. Estas estructuras toman la forma de patrones o modelos descubiertos de acuerdo a la metodología anterior. Sin embargo, el problema de encontrar patrones en los datos ha sido estudiado durante largo tiempo en otros campos de la estadística aplicada al reconocimiento de patrones. Por lo tanto, ¿cuál es la justificación de usar este nuevo término "minería de datos"?

Los aspectos que típicamente son cubiertos por la minería de datos, caen en las siguientes categorías:

Escalar el análisis a bases de datos muy grandes

¿Qué pasa si los datos son demasiado grandes para caber en la memoria?
¿Cómo se puede minimizar o evitar escanear toda la base de datos? Existen casos en que el cálculo de las distancias entre todos y cada uno de los datos se vuelve un problema impráctico. Los algoritmos que se implementen deben correr directamente contra la bodega de datos. Este es un caso donde es necesario aplicar técnicas de la minería de datos.

Búsqueda automatizada

Al considerar la inteligencia artificial, es fácil ver que una de las áreas más importantes consiste en lo que se denomina aprendizaje de máquinas o aprendizaje automático (machine learning). Su objetivo fundamental es el desarrollo de técnicas que permitan que una máquina, la computadora, pueda generalizar comportamientos a partir de información no estructurada, y que se suministra en forma de ejemplos¹¹.

La generalización del comportamiento es lo que se conoce como aprendizaje, que se puede considerar en general, perteneciente a uno de los siguientes dos tipos: inductivo y deductivo. El aprendizaje automático se clasifica dentro del tipo de aprendizaje inductivo, ya que extrae reglas y patrones a partir de conjuntos masivos de datos. En vez de depender únicamente del experto para crear y enumerar hipótesis o patrones candidatos a ser buscados, se puede dejar que el computador realice este tedioso e intensivo trabajo. La minería de datos involucra la exploración de grandes bases de datos de manera más conveniente y práctica sin la necesidad de tener años de entrenamiento en estadística y análisis de datos.

Modelos entendibles

Involucra el ayudar a los usuarios a entender los datos enfocándose en la extracción de patrones que sean fáciles de asimilar o que pueden ser convertidos en reportes útiles. En la mayoría de aplicaciones KDD, el hacer que el conocimiento extractado sea entendible por los encargados de proceso, es uno de los objetivos hoy día. De lo anterior se deduce que si una de las premisas es la entendibilidad del modelo, usar un modelo de regresión no lineal tal como una red neuronal para predecir una variable a partir de los datos, es insuficiente debido a

¹¹ JIMENEZ MOSCOVIT, Leonardo. Un modelo conceptual para el desarrollo de árboles de decisión con programación genética.

la difícil asimilabilidad humana del modelo obtenido. Por lo anterior es importante entender que existe un compromiso entre la entendibilidad y la complejidad del sistema. A la hora de elegir un modelo en el ámbito de la toma de decisiones, la entendibilidad del mismo puede aparecer como una premisa.

Encontrar patrones o modelos interesantes para el usuario

Las metodologías clásicas para calificar los modelos, se han enfocado en nociones de exactitud, tales como “¿qué tan bien un modelo predice los datos?” y de utilidad, tales como “¿qué tan beneficioso es el patrón generado?”. Dinero ganado, tiempo ahorrado, menor distancia o variables de esta clase caen dentro de las mediciones clásicas que son estudiadas formalmente por la estadística y el análisis de decisiones. El KDD presenta nuevas medidas tales como calibrar la entendibilidad de un modelo o la novedad de un patrón.

5.2.6 Modelos de minería de datos. Las técnicas de minería de datos trabajan sobre dos clases de modelos: predictivos y descriptivos.

Técnicas de Datamining (Pérez y Santin 2008)

a) De Descubrimiento

Técnicas Predictivas

Regresión, análisis de la varianza y covarianza, series temporales, métodos bayesianos, algoritmos genéticos, clasificación ad hoc (discriminante, árboles de decisión, redes neuronales)

Técnicas Descriptivas

Clasificación post hoc (clustering, segmentación), asociación, dependencia, reducción de la dimensión, análisis exploratorio, escalamiento multidimensional).

b) De Verificación

Técnicas Auxiliares

Proceso analítico de transacciones (OLAP), SQL y herramientas de consulta, Reporting.

Figura 14. Técnicas de Datamining.



Fuente: Pérez, C. y Santín, D. Minería de Datos: Técnicas y Herramientas. Madrid: Ediciones Paraninfo, S.A. 2008.

5.2.6.1 El modelo predictivo. Este modelo responde preguntas sobre datos futuros tan variadas como:

- ¿Esta persona comprará?
- ¿Esta persona responderá el e-mail si se le envía?
- ¿Esta persona hará click en un enlace si se le muestra?
- ¿Esta persona se matricula?
- ¿Esta persona se quejará por el servicio?
- ¿Esta persona se instalará?

Uno de los posibles enfoques de la minería de datos es el modelado predictivo cuyo objetivo es predecir uno (o varios) campos en los datos haciendo uso del resto de campos disponibles. Cuando la variable a predecir es categórica (por ejemplo a probar o no un préstamo que además de categórica es dicotómica), el problema es llamado de clasificación.

Cuando la variable es continua (por ejemplo un porcentaje de pérdida o de ganancia), se habla de regresión. La clasificación ha sido un tema bastante estudiado. Los enfoques más sencillos incluyen las técnicas estándar de regresión lineal, regresión lineal generalizada y análisis discriminante. Los métodos más populares de la minería de datos incluyen a los árboles de decisión, sistemas de reglas y las redes neuronales (regresión no lineal) y máquinas de soporte vectorial entre otros.

En este trabajo se soporta la técnica de árboles de decisión desde el punto de vista de la aplicación de un algoritmo desarrollado por un estudiante de la maestría de investigación de operaciones de la Universidad Tecnológica de Pereira, el cual es muy utilizado en la minería de datos, con el fin de observar conocimiento en los indicadores de gestión suministrados por las universidades públicas al Ministerio de Educación Nacional, para soporte en la toma de decisiones y la observación de estrategias que permitan a la universidad predecir cuales de estos indicadores pueden tener mayor incidencia en la obtención de recursos del Estado por parte del Ministerio.

5.2.6.2 El modelo descriptivo. Proporciona información sobre las relaciones entre los datos. Ejemplo: los clientes que compran pañales suelen comprar cerveza. Los clientes sin televisión y con bicicleta tienen características muy distintas del resto. El modelado descriptivo está alineado con las técnicas de clústering o agrupamiento y segmentación. A diferencia del modelo predictivo, no existe la variable objetivo conocida como clase. Un ejemplo típico es la segmentación de una base de datos de clientes en forma de grupos de clientes similares lo cual permite el diseño de una estrategia de mercadeo diferente para cada segmento encontrado. Existen muchas técnicas de clústering de datos. Algunos enfoques populares incluyen el algoritmo K-Means, métodos de conglomerados jerárquicos, así como un modelo mixto usando el algoritmo Expectation-Maximization (EM) que usa técnicas de bondad de ajuste para modelar los datos¹².

Después de describir brevemente el proceso de descubrimiento de conocimiento y enmarcar la minería de datos respecto a los demás subprocesos tanto anteriores (selección/limpieza y codificación) como posteriores (interpretación, evaluación y aplicación), se describirán brevemente las actividades en sí de la minería las cuales caen en las técnicas a mencionar a continuación.

5.2.7 Técnicas de la minería de datos. La inteligencia artificial y la estadística son las dos líneas básicas a seguir cuando se enfrentan los problemas de la minería de datos y todas las técnicas hasta ahora mencionadas en este documento se pueden clasificar en una de estas dos líneas. De hecho sobre la línea de la estadística se pueden trabajar modelos predictivos y descriptivos. Por otro lado, las técnicas de inteligencia artificial están más enfocadas hacia los modelos predictivos o de clasificación. Como ya se mencionó, las técnicas descriptivas buscan la segmentación u obtención de grupos/individuos aislados de datos usando métodos tales como análisis de clúster y detección de anomalías mientras que las técnicas predictivas o de clasificación buscan comúnmente predecir el valor de una (o varias) variable(s) de salida (conocida como clase), a partir de alguno de los posibles valores que podría tomar el conjunto de las

¹² Top Ten Algorithms for Data Mining" [ver Wu/Vipin].

variables de entrada. Aquí aparecen los árboles de decisión, las redes neuronales, las máquinas de soporte vectorial y las redes bayesianas entre otros métodos.

La técnica en que se apoya este trabajo es la de clasificación por aprendizaje automático conocida como inducción de árboles de decisión. Así que se hará una descripción general del método aplicado.

5.2.7.1 Modelos de árboles de decisión. El aprendizaje por árbol de decisión es uno de los métodos más prácticos y ampliamente usados para inferencia inductiva. Este método corresponde a una categoría de algoritmos conocidos como algoritmos TDIDT (Top Down Induction Decision Trees), los cuales generan árboles y reglas de decisión a partir de datos preclasificados. Para construir estos árboles se usa el conocido enfoque de “divide y vencerás”. Como toda técnica de clasificación, es un método para aproximar funciones que retornen valores discretos, suficientemente robusta ante datos ruidosos y capaz de inducir expresiones disyuntivas. Estos métodos, por su naturaleza, exploran completamente el espacio de hipótesis y la inducción presenta una tendencia a favorecer los árboles menos profundos. Los árboles obtenidos pueden ser representados como un conjunto de sentencias condicionales para facilitar la entendibilidad humana¹³.

El árbol de decisiones es una técnica enmarcada dentro del desarrollo de métodos y sistemas de razonamiento utilizados en investigaciones de inteligencia artificial y programación de aplicaciones, por su estructura son fáciles de comprender y analizar; su utilización cotidiana se puede dar en diagnósticos médicos, predicciones meteorológicas, controles de calidad, y otros problemas que necesiten de análisis de datos y toma de decisiones¹⁴.

Dentro de la ciencia económica se puede utilizar para la predicción de resultados de diversas políticas o estrategias a seguir, en las finanzas se puede utilizar para el análisis de riesgo crediticio, decisiones de inversión o decisiones de gestión financiera.

Entre las facilidades de utilizar un árbol de decisiones se puede encontrar que permite plantear claramente el problema de tal manera que todas las opciones sean analizadas, hacer un análisis rápido de todas las consecuencias de las posibles decisiones. Ya que utiliza un esquema que cuantifica el costo de los resultados y las probabilidades de que los diferentes resultados aparezcan, ayuda a tomar decisiones adecuadamente.

¹³ ARIAS MONTOYA, Reinel. Op cit.

¹⁴ CALANCHA ZUÑIGA, Niefar Abgar. Breve aproximación a la técnica de árbol de decisiones

Dentro de la Gerencia y la Administración financiera serán de gran ayuda pues se logrará tener un mapa que pueda medir el riesgo y beneficios de las decisiones tomadas, claramente será de mayor precisión en cuanto se pueda contar con la mayor cantidad de información posible que permita elegir las opciones que minimicen el riesgo y maximicen los beneficios.

La técnica del árbol de decisiones facilitará la representación y análisis de diferentes situaciones futuras de forma secuencial a través del tiempo, es de gran utilidad cuando se debe optimizar diferentes decisiones. La técnica del árbol de decisiones involucra varias alternativas, de tal manera que es necesaria la identificación de todas para optimizar los resultados a obtener.

Los árboles de decisión son una técnica estadística para la segmentación, la estratificación, la predicción, la reducción de datos y el filtrado de variables, la identificación de interacciones, la fusión de categorías y la discretización de variables continuas.

Un árbol de decisión es una forma gráfica y analítica de representar todos los eventos (sucesos) que pueden surgir a partir de una decisión asumida en cierto momento. Ayudan a tomar la decisión más “acertada”, desde un punto de vista probabilístico, ante un abanico de posibles decisiones. Estos árboles permiten examinar los resultados y determinar visualmente cómo fluye el modelo. Los resultados visuales ayudan a buscar subgrupos específicos y relaciones que tal vez no se encontrarían con estadísticos más tradicionales.

Los árboles de decisión son una técnica de minería de datos (Data Mining, DM) que prepara, sondea y explora los datos para sacar la información oculta en ellos. Se aborda la solución a problemas de predicción, clasificación y segmentación.

Las técnicas de la minería de datos provienen de la Inteligencia Artificial y de la Estadística. Dichas técnicas no son más que algoritmos, más o menos sofisticados, que se aplican sobre un conjunto de datos para obtener unos resultados. Las técnicas más representativas son: redes neuronales, regresión lineal, árboles de decisión, modelos estadísticos, agrupamiento o clustering y reglas de asociación. La clasificación inicial de las técnicas de minería de datos distingue entre técnicas predictivas, en las que las variables pueden clasificarse en dependientes e independientes; técnicas descriptivas, en las que todas las variables tienen el mismo estatus y técnicas auxiliares, en las que se realiza un análisis multidimensional de datos.

Las ventajas de un árbol de decisión son:

Resume los ejemplos de partida, permitiendo la clasificación de nuevos casos siempre y cuando no existan modificaciones sustanciales en las condiciones bajo las cuales se generaron los ejemplos que sirvieron para su construcción.

Facilita la interpretación de la decisión adoptada.
Proporciona un alto grado de comprensión del conocimiento utilizado en la toma de decisiones.
Explica el comportamiento respecto a una determinada tarea de decisión.
Reduce el número de variables independientes.
Es una magnífica herramienta para el control de la gestión empresarial¹⁵.

Los árboles de decisión se utilizan en cualquier proceso que implique la toma de decisiones, algunos ejemplos: búsqueda binaria, sistemas expertos, árboles de juego.

Los árboles de decisión normalmente son binarios, es decir, que cuentan con dos opciones, aunque esto no significa que no puedan existir árboles de tres o más opciones.

Búsqueda Binaria

Es el método en el cual la búsqueda se realiza partiendo el árbol en dos partes. Suponer que se desea buscar un número x en el árbol.

Procedimiento:

Se compara si el número que se está buscando es igual a la raíz, si es igual se devuelve la raíz y se termina la búsqueda.

Si no es igual se compara nuevamente el número para saber si es mayor o menor que la raíz con lo que se desprecia la mitad del árbol, volviendo la búsqueda más rápida.

Si es menor, se recorre la búsqueda hacia el lado izquierdo hasta encontrar el siguiente elemento del árbol, el cual se vuelve a comparar como se hace con la raíz.

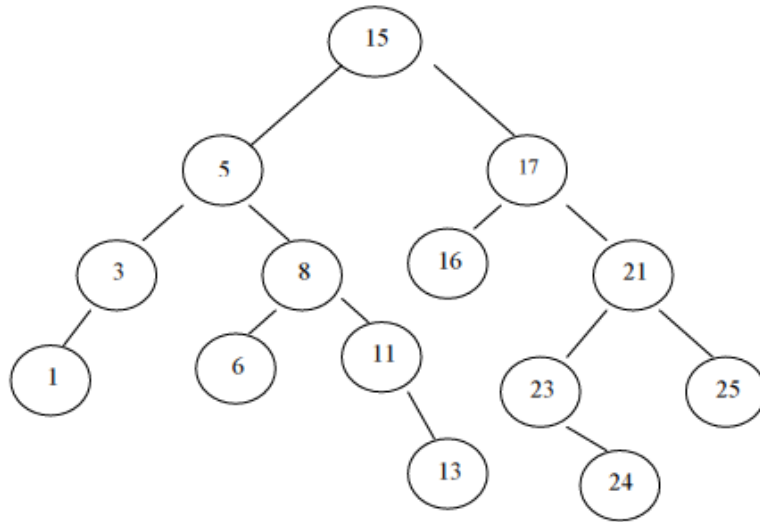
Si es mayor se realiza la búsqueda hacia el lado derecho del árbol, el cual se toma como si fuera una raíz y se compara de la misma forma que la primera raíz.

Los pasos anteriores se realizan hasta encontrar el elemento buscado o llegará a NULL que indicará que el elemento no se encuentra en el árbol¹⁶.

¹⁵TENENBAUM, Aron. LANGSAM, Augenstein. Estructura de datos en C.ED.PHH. Disponible en Internet: <http://ciberconta.unizar.es/Biblioteca/0007/arboles.html>.

¹⁶ Ibíd.

Figura 15. Búsqueda binaria



Fuente: <http://www.dsic.upv.es/asignaturas/facultad/apr/decision.pdf>

Árboles de decisión utilizados en sistemas expertos¹⁷

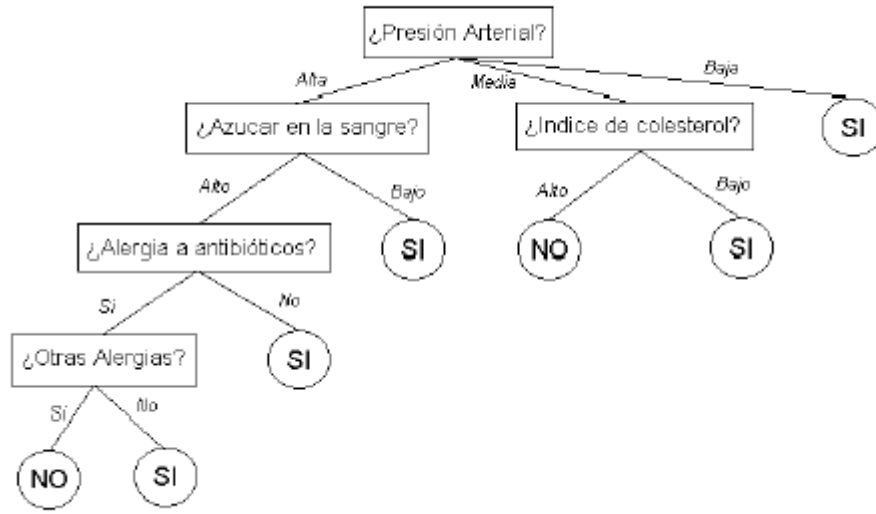
Los árboles de decisión se usan en sistemas expertos porque son más precisos que el hombre para poder desarrollar un diagnóstico con respecto a algo, ya que el hombre puede dejar pasar sin querer un detalle en cambio la máquina mediante un sistema experto con un árbol de decisión puede dar un resultado exacto.

Una deficiencia es que puede llegar a ser lento pues analiza todas las posibilidades pero esto a su vez es lo que lo puede volver más preciso que a su competidor humano.

A continuación se presenta un ejemplo de un sistema experto y de cómo puede llegar a diagnosticar que se emplee un fármaco X en una persona con presión arterial.

Figura 16. Árboles de decisión utilizados en sistemas expertos

¹⁷ Ibíd



Fuente: <http://ciberconta.unizar.es/Biblioteca/0007/arboles.html>.

Se le administrará un fármaco X al paciente si:

- 1- Tiene presión alta, su azúcar en la sangre es alto, es alérgico a los antibióticos y no tiene otras alergias.
- 2- Tiene presión alta, su azúcar en la sangre es alto y No es alérgico a los antibióticos.
- 3- Tiene presión arterial alta y su azúcar en la sangre es baja.
- 4- Tiene presión arterial media y su índice de colesterol es bajo.
- 5- Tiene presión arterial baja.

No se le administrará un fármaco x, si:

- 1- Tiene presión arterial alta, su azúcar en la sangre es bajo, es alérgico a los antibióticos y SI tiene otras alergias.
- 2- Tiene presión arterial media y su índice de colesterol es alto.

Árboles de Juego¹⁸

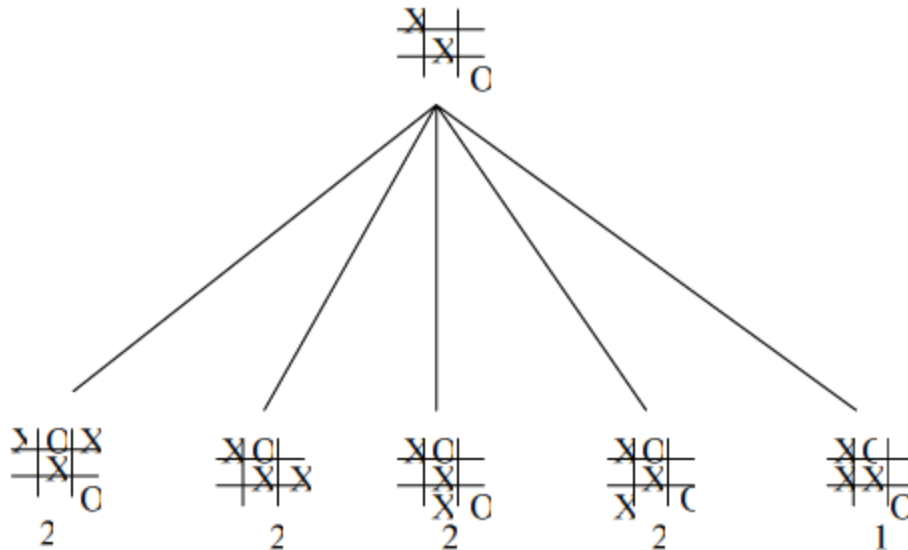
Los árboles de juego son una aplicación de los árboles de decisión. Se toma como ejemplo, el conocido juego del gato y se considera una función que evalúa, que acepta una posición del tablero y devuelve un valor numérico (entre más grande es este valor, más “buena” es esta posición). Un ejemplo de la implantación de esa función es considerando el número de renglones, columnas y diagonales

¹⁸ Ibíd.

restantes abiertas para un jugador, menos el número de las mismas para su oponente, por ejemplo:

Posición en un juego y sus posibles continuaciones:

Figura 17. Árboles de juego



Fuente: <http://ciberconta.unizar.es/Biblioteca/0007/arboles.html>.

Dada una posición del tablero, el mejor movimiento siguiente está determinado por la consideración de todos los movimientos posibles y las posiciones resultantes. Tal análisis no conduce sin embargo al mejor movimiento, como se ve en el ejemplo anterior, cuando las cuatro primeras posibilidades, dan todas el mismo valor de evaluación, sin embargo la cuarta posición es sin duda mejor, por lo que se debe mejorar esta función.

Ahora, se introduce la posibilidad de prever varios movimientos. Entonces la función se mejorará en gran medida; se inicia con cualquier posición y se determinan todos los posibles movimientos en un árbol hasta un determinado nivel de previsión. Este árbol se conoce como “árbol de juego”, cuya profundidad es igual a la profundidad de dicho árbol.

Algoritmos genéticos¹⁹

¹⁹ ARIAS MONTOYA, Reinel. Op cit.

Otra heurística de clasificación se deriva de un modelo de aprendizaje basado en evolución. Un clasificador genético consiste en una población de elementos de clasificación que 'compiten' para hacer la predicción. Los elementos que presentan bajo desempeño en la competencia, son descartados, mientras que los elementos más exitosos tienden a proliferar produciendo variantes de ellos mismos. En esta analogía Darwiniana de la supervivencia de los que más se adaptan, la población tiende a mejorar con el paso del tiempo.

En una forma simple de un clasificador genético para atributos discretos, cada elemento podrá constar de:

- Un taxón o cromosoma especificando si para esa combinación de atributos en particular existe una concordancia con un caso o un “no importa”.
- Una clase predecida.
- La fuerza de esta predicción.

Cada que se va a clasificar un caso, cada elemento es inspeccionado para determinar si el caso concuerda con el elemento actual al tener los valores requeridos para todos los atributos. De la lista de elementos que concuerdan en la población, se selecciona uno aleatoriamente pero con una probabilidad proporcional a su fuerza de predicción y así el elemento seleccionado determina la clase que se predecirá.

Durante el entrenamiento, las fuerzas de predicción de los elementos son ajustadas de acuerdo a unas reglas de penalización o recompensa de acuerdo a la calidad de la respuesta predicha por el elemento o individuo. El algoritmo hace que la población completa, en unas ocasiones desmejore y en otras ocasiones avance al imponer una tendencia a que los elementos débiles mueran y que a su vez nuevos elementos aparezcan. Este último proceso sucede como resultado de dos subprocesos: La recombinación en la cual dos elementos se mezclan para generar un nuevo elemento cuyo taxón o cromosoma contiene partes de ambos padres y la mutación, donde se llevan a cabo cambios aleatorios en el taxón del elemento buscando la variedad a través de pequeños saltos exploratorios.

5.2.7.2 Clasificación por árbol de decisión. Se va a suponer que en cierto almacén se lleva un registro de los clientes que ingresan al mismo y dentro de los datos de cada registro, se anota si este cliente hizo alguna compra o no. Cabe aclarar que estos datos ejemplo no corresponden a casos reales y por tanto no tiene sentido comparar el conocimiento que se obtendrá a partir de los mismos, con aspectos de la vida real.

Los datos recogidos para cada cliente después de virtualmente haber desarrollado los tres primeros pasos del proceso KDD son:

- Edad (por rangos).
- Educación (en 3 niveles).
- Ingreso (en 3 grupos).
- Estado civil (categórico binario).
- Decisión (variable clasificatoria binaria: comprar o no).

Se hará uso de datos de algunos clientes considerados representativos para entrenar un árbol de decisión que ofrezca unas reglas para aplicarlas de manera predictiva a datos futuros y determinar de esta manera si para una tupla dada (conjunto de valores de las variables de entrada), la decisión del cliente sería comprar o no.

Los datos relevantes o de entrenamiento se ven en el cuadro 7.

Cuadro 7. Datos problema de decisión de compra.

Edad	Educación	Ingreso	Estado civil	Decisión
36-55	Postgrado	Alto	Soltero (a)	Compra
18-35	Bachiller	Bajo	Soltero (a)	No compra
36-55	Postgrado	Bajo	Soltero(a)	Compra
18-35	Pregrado	Alto	Soltero (a)	No compra
< 18	Bachiller	Bajo	Soltero(a)	Compra
18-35	Pregrado	Alto	Casado (a)	No compra
36-55	Pregrado	Bajo	Casado (a)	No compra
>55	Pregrado	Alto	Soltero (a)	Compra
36-55	Postgrado	Bajo	Casado (a)	No compra
>55	Postgrado	Bajo	Casado(a)	Compra
36-55	Postgrado	Alto	Soltero(a)	Compra
>55	Postgrado	Alto	Soltero(a)	Compra
<18	Bachiller	Alto	Soltero (a)	No compra
36-55	Postgrado	Bajo	Soltero (a)	Compra
36-55	Bachiller	Bajo	Soltero (a)	Compra
<18	Bachiller	Bajo	Soltero (a)	Compra
18-35	Pregrado	Alto	Casad (a)	No compra
>55	Bachiller	Alto	Casado (a)	Compra
>55	Pregrado	Bajo	Soltero (a)	Compra
36-55	Bachiller	Alto	Casado (a)	No compra

Fuente: elaboración propia.

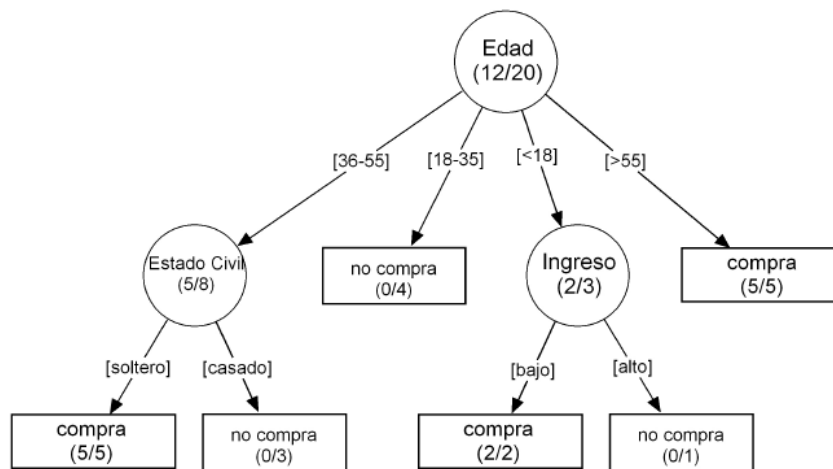
La variable de clasificación o clase es, en este caso, la última de la lista o sea la decisión de compra que toma dos posibles valores (o clases).

- Clase 1: compra.
- Clase 2: no compra.

Se quiere investigar en qué medida es explicable la decisión de compra en función de las otras cuatro variables categóricas de entrada (edad, educación, ingreso y estado civil).

Una vez aplicado el algoritmo de inducción de árbol de decisión se obtiene el siguiente clasificador:

Figura 18. Árbol para decisión de compra



Fuente: <http://ciberconta.unizar.es/Biblioteca/0007/arboles.html>.

En la figura 18 se tienen las siguientes convenciones:

- Un círculo representa un nodo decisión. Cada nodo decisión representa el atributo por el cual se particionarán los datos.
- Un rectángulo representa un nodo hoja. Cada nodo hoja representa una decisión a tomar.
- Una flecha representa el valor de un atributo presentado entre corchetes “[]”.
- Los dos datos entre paréntesis, con el formato “(p/t)” en cada nodo, representan la cantidad de casos p con clase positiva respecto al total t de casos en ese nodo.

Para conveniencia del software, el árbol de decisión se puede representar en texto plano (visualizado con profundidad de izquierda a derecha). El software desarrollado despliega el árbol de decisión de la siguiente manera:

```
[/] (12/20) | edad
           [36-55] (5/8) estado_civil
                           [soltero(a)] (5/5) compra
                           [casado(a)] (0/3) no compra
           [18-35] (0/4) no compra
           [< 18] (2/3) ingreso
                           [bajo] (2/2) compra
                           [alto] (0/1) no compra
           [> 55] (5/5) compra
```

A continuación se muestra la forma como el software visualiza el anterior árbol presentado en forma de reglas de decisión.

```
Regla 1:
  Si edad es 36-55
  y estado_civil es soltero(a)
  entonces decision -> compra
Regla 2:
  Si edad es < 18
  y ingreso es bajo
  entonces decision -> compra
Regla 3:
  Si edad es > 55
  entonces decision -> compra
```

Este conjunto de reglas, codificadas en una función clasificadora en lenguaje de Programación php son desplegadas por el software así:

```
function clasifica($edad,$educacion,$ingreso,$estado_civil) {
    $decision="no compra";
    if ( $edad == "36-55" && $estado_civil == "soltero(a)" )
        $decision="compra";
    if ( $edad == "< 18" && $ingreso == "bajo")
        $decision="compra";
    if ( $edad == "> 55" )
        $decision="compra";
    return($decision);
}
```

Algo del conocimiento obtenido del problema es que la edad es el atributo más influyente de la decisión de compra y que el atributo menos importante es educación.

Al aplicar estas reglas sobre los 20 datos de entrenamiento, se observa que aciertan en todos y cada uno de los casos.

Prueba contra los datos de entrenamiento

Total casos: 20

Casos acertados: 20

Porcentaje error: 0.00%

Con lo anterior se observa que en este caso, el conocimiento adquirido permite explicarlos 20 datos de entrenamiento con una disyunción de tres sentencias condicionales o una disyunción de conjunciones la cual trata de describir de la mejor manera, de acuerdo al concepto de ganancia de información, los datos de entrenamiento. La heurística del ID3, como se verá después, es una técnica golosa que aprovecha la división recursiva de los datos usando como criterio de división, el concepto de ganancia de información, por lo cual el árbol obtenido, a pesar de ser un buen clasificador, no representa el árbol óptimo.

La búsqueda es de un árbol de decisión lo más compacto posible que sea consistente respecto a los datos de entrenamiento. Un enfoque podría ser explorar todos los árboles de decisión posibles y elegir aquel que sea más simple. El inconveniente es que este espacio de hipótesis o de búsqueda presenta un número exponencial de árboles que deberían ser analizados. El problema de encontrar el árbol más pequeño que sea consistente con los datos de entrenamiento, es uno de complejidad NP-completa.

Los interrogantes que quedan son:

- ¿Cuáles son los detalles de la heurística seguida para obtener el árbol de decisión presentado?
- ¿Qué tan efectiva es la misma a la hora de clasificar datos nuevos?
- ¿Existe una forma de medir la efectividad (o error) del árbol obtenido?

¿Es posible mejorar esta heurística?

Antes de entrar a responder estas interrogantes, se mencionarán de manera somera otros enfoques para la creación de clasificadores por aprendizaje para la misma clase de datos de entrada.

Aplicación de árboles de decisión a un caso de la instrumentación física

Análisis clasificatorio mediante el uso de árboles de decisión al que fueron ingresados como insumo los datos de medidas equipos de instrumentación médica con otros tipos de datos multivariados para detectar posibles problemas cardiacos.

El Machine Learning Repository

El aprendizaje por árbol de decisión se ha aplicado a problemas tan variados como por ejemplo en la banca para la decisión del otorgamiento de créditos, en tecnología para determinar fallos en equipos, en internet para juzgar un correo como basura o spam, en botánica para clasificar una especie de planta, en medicina para detectar enfermedades como cáncer de seno, en redes de datos para determinar si cierto patrón de tráfico, corresponde a un ciber ataque o para determinar la reputación de una URL antes de permitir su acceso. La Universidad de California en Irvine publica desde 1987 una amplia colección de problemas en estas y otras áreas, la mayoría de ellos con datos reales aportados por diversos investigadores e instituciones y que son ampliamente referenciados en publicaciones científicas, llamada el *Machine Learning Repository* que actualmente alberga cerca de 200 conjuntos de datos para la investigación y prueba de métodos y algoritmos de aprendizaje automático. En el análisis de la eficiencia del algoritmo utilizado en este trabajo, se hace uso de uno de los conjuntos de datos publicados en este repositorio aplicable a la instrumentación física.

Resultados para un problema de clasificación de presencia o ausencia de enfermedades del corazón.

Se pretende mostrar la aplicabilidad del algoritmo de clasificación utilizado como base en este trabajo en el campo de la instrumentación física.

En el siguiente ejercicio se toma una base de datos de 270 instancias o registros que contienen información variada entre instrumentos de medida y datos ingresados los cuales sirven como insumo al algoritmo de clasificación utilizado para observar su funcionalidad en un caso específico de componente de instrumentación física como es la instrumentación médica utilizada en la obtención de estos datos.

Esta base de datos contiene 13 atributos (que se han extraído de un conjunto mayor de 75. Estos datos fueron extraídos de: <http://archive.ics.uci.edu/ml/datasets/Statlog+%28Heart%29>

Cuadro 8. Datos asociados a la base de datos: Resultados para un problema de clasificación de presencia o ausencia de enfermedades del corazón.

Data Set Characteristics:	Multivariate	Number of Instances:	270	Area:	Life
Attribute Characteristics:	Categorical, Real	Number of Attributes:	13	Date Donated	N/A
Associated Tasks:	Classification	Missing Values ?	No	Number of Web Hits:	337 94

Fuente: <http://archive.ics.uci.edu/ml/datasets/Statlog+Heart>

Atributo Información:

- 1. Edad
- 2. Sexo
- 3. Tipo de dolor torácico (4 valores)
- 4. Presión arterial en reposo
- 5. Colesterol suero en mg /dl
- 6. Azúcar en sangre en ayunas >120mg /dl
- 7. Descanso resultados electrocardiográficos (valores 0, 1, 2)
- 8. Frecuencia cardiaca máxima alcanzada
- 9. Angina inducida por el ejercicio
- 10. Old peak= ST de presión inducida por el ejercicio relativo a descansar
- 11. La pendiente del segmento ST ejercicio pico
- 12. Número de vasos mayores (0-3) coloreado por flourosopy
- 13. Thal: 3 = normal; 6 = defecto fijo; 7 = defecto reversible

Atributos de tipos

Real: 1,4,5,8,10,12

Pedido: 11,

Binario: 2,6,9

Nominal: 7,3,13

Variable a predecir

Ausencia (1) o presencia (2) de las enfermedades del corazón

A continuación se presenta un ejemplo de un sistema experto y de cómo puede llegar a diagnosticar problemas cardiacos mediante la clasificación de datos haciendo uso de árboles de clasificación; se presentan los datos con los que fue alimentado el algoritmo y los correspondientes resultados arrojados para su correspondiente análisis se pueden observar en los anexos A y B.

5.3 MARCO LEGAL

El establecimiento de un marco de gestión de la calidad de la educación superior y los métodos para su evaluación, se viene normatizando desde 1980 hasta hoy. A continuación se realiza una breve consolidación de los avances normativos en la materia.

Decreto- Ley 80 de 1980

Fijó un conjunto de normas básicas para el sector, pero no logró establecer un esquema satisfactorio de financiación para las universidades públicas, aunque el Gobierno les asignaba recursos cada vez mayores, y se produjo una expansión en la oferta privada con una proliferación de programas sin referentes de calidad apropiados y a pesar de la gestión del Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior (ICFES), a quien se había entregado la inspección y vigilancia de la calidad en la educación superior.

Constitución Nacional de 1991

En relación con la educación superior, la Carta Política de 1991 estableció un norte preciso dando a la autonomía universitaria rango constitucional, pero dejando al Estado la función de regular y ejercer la suprema inspección y vigilancia de la educación con el fin de velar por su calidad, el cumplimiento de sus fines y la mejor formación de los educandos. De la misma manera, ordenó al Estado crear mecanismos financieros para hacer posible el acceso de todas las personas aptas a la educación superior.

Ley 115 de 1994, Artículo 67

La educación es un derecho de la persona y un servicio público que tiene una función social; con ella se busca el acceso al conocimiento, a la ciencia, a la técnica, y a los demás bienes y valores de la cultura. Corresponde al Estado regular y ejercer la suprema inspección y vigilancia de la educación con el fin de velar por su calidad, por el cumplimiento de sus fines y por la mejor formación moral, intelectual y física de los educandos; garantizar el adecuado cubrimiento del servicio y asegurar a los menores las condiciones necesarias para su acceso y permanencia en el sistema educativo.

Artículo 209: la función administrativa está al servicio de los intereses generales y se desarrolla con fundamento en los principios de igualdad, moralidad, eficacia, economía, celeridad, imparcialidad y publicidad, mediante la descentralización, la delegación y la desconcentración de funciones. Las autoridades administrativas deben coordinar sus actuaciones para el adecuado cumplimiento de los fines del Estado. La administración pública, en todos sus órdenes, tendrá un control interno que se ejercerá en los términos que señale la ley.

Artículo 267: el control fiscal “La vigilancia de la gestión fiscal del Estado incluye el ejercicio de un control financiero, de gestión y de resultados, fundado en la eficiencia, la economía, la equidad y la valoración de los costos ambientales.”

Artículo 269: en las entidades públicas las autoridades correspondientes están obligadas a diseñar y aplicar, según la naturaleza de sus funciones, métodos y procedimientos de control interno, de conformidad con lo que disponga la ley.

Ley 30 de 1992

Organiza la educación superior, definió a las universidades como “entes universitarios autónomos”. En su artículo 86, la norma determinó que los presupuestos de las universidades nacionales, departamentales y municipales estarían constituidos por aportes del presupuesto nacional para funcionamiento inversión, por los aportes de los entes territoriales y por los recursos y rentas propias de cada institución. Asimismo, contempló que las universidades estatales u oficiales recibieran anualmente aportes del presupuesto nacional y de las entidades territoriales, que “signifiquen siempre un incremento en pesos constantes, tomando como base los presupuestos de rentas y gastos, vigentes a partir de 1993”. Además, se dispusieron (artículo 87) recursos adicionales, sujetos al crecimiento de la economía (un aumento del 30% de la tasa de crecimiento del PIB) otorgados a las universidades en razón al mejoramiento de su calidad y según sus resultados en materia de formación, investigación, bienestar y extensión.

Le otorgó funciones de inspección y vigilancia de las instituciones de educación superior el Ministerio de Educación Nacional; al Consejo Nacional de Educación Superior, CESU; al Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior, ICFES; al Sistema Universitario Estatal, SUE; y a los Comités Regionales de Educación Superior, CRES. De igual manera creó el Sistema Nacional de Acreditación, CNA, y el Sistema Nacional de Información Sistema de Indicadores para el Análisis de la Gestión de la Educación Superior, SNIES, el cual tiene como objetivo acopiar y divulgar información, para orientar a la comunidad sobre la calidad, la cantidad, la pertinencia y las características de las instituciones y programas del sistema. Igualmente existe la Comisión Nacional de Doctorados y Maestrías, CNDM, para la regulación y ordenamiento de estos programas y su articulación con el sistema de educación superior.

Ley 87 de 1993

Plantea la necesidad del seguimiento a los procesos, así como la verificación si las diferentes instancias están haciendo lo que les corresponde.

Ley 872 de 2003

Por la cual se crea el sistema de gestión de la calidad en la Rama Ejecutiva del Poder Público y en otras entidades prestadoras de servicios”, que tiene como propósito mejorar el desempeño de las instituciones y su capacidad para proporcionar productos o servicios que satisfagan las necesidades y expectativas de sus clientes.

En el Artículo 6, requisitos para su implementación, Parágrafo 1, establece que para dar cumplimiento a lo dispuesto en la presente ley, las entidades deben como mínimo garantizar que el sistema tendrá como base fundamental el diseño de indicadores que permitan, como mínimo, medir variables de eficiencia, de resultado y de impacto que faciliten el seguimiento por parte de los ciudadanos y de los organismos de control, los cuales estarán a disposición de los usuarios o destinatarios y serán publicados de manera permanente en las páginas electrónicas de cada una de las entidades cuando cuenten con ellas.

Ley 812 de 1980, Artículo 84 de 2003

(Ley del Plan de Desarrollo 2002-2006), el cual indicaba que hasta el 12% de los aportes de la nación podrían ser distribuidos por indicadores de gestión, definidos entre el MEN y el SUE. Aunque dicho artículo fue declarado inexecutable por la Corte Constitucional mediante la Sentencia C926 de 2005, tanto el MEN como el SUE siguieron fortaleciendo el modelo de indicadores que luego, en el 2004, fue aprobado por el CESU para distribuir los recursos relacionados con el artículo 87 de la Ley 30 de 1992, que establece la distribución de recursos adicionales de la nación para mejoramiento de calidad en las universidades públicas.

Decreto 4110 de 2004

Artículo 3. Como mecanismo para facilitar la evaluación por parte de la alta dirección, de los ciudadanos y de los organismos de control de la aplicación del Sistema de Gestión de Calidad, cada entidad con fundamento en el literal h del artículo 4 de la Ley 872 de 2003, deberá diseñar un sistema de seguimiento que incluya indicadores de eficiencia, eficacia y efectividad.

Ley 909 de 2004

Artículo 50. Acuerdos de Gestión: 1. Una vez nombrado el gerente público, de manera concertada con su superior jerárquico, determinará los objetivos a cumplir. 2. El acuerdo de gestión concretará los compromisos adoptados por el gerente público con su superior y describirá los resultados esperados en términos de cantidad y calidad. En el acuerdo de gestión se identificarán los indicadores y los medios de verificación de estos indicadores. 3. El acuerdo de gestión será evaluado por el superior jerárquico en el término máximo de tres (3) meses

después de acabar el ejercicio, según el grado de cumplimiento de objetivos. La evaluación se hará por escrito y se dejará constancia del grado de cumplimiento de los objetivos. 4. El Departamento Administrativo de la Función Pública apoyará a las distintas autoridades de las respectivas entidades públicas para garantizar la implantación del sistema. A tal efecto, podrá diseñar las metodologías e instrumentos que considere oportunos. Parágrafo. Es deber de los Gerentes Públicos cumplir los Acuerdos de gestión, sin que esto afecte la discrecionalidad para su retiro.

Decreto 1227 de 2005

Por el cual se reglamenta parcialmente la Ley 909 de 2004 y el Decreto-ley 1567 de 1998. Artículo 102. La evaluación de la gestión gerencial se realizará con base en los Acuerdos de Gestión, documentos escritos y firmados entre el superior jerárquico y el respectivo gerente público, con fundamento en los planes, programas y proyectos de la entidad para la correspondiente vigencia.

Plan Nacional de Desarrollo

“Hacia un Estado Comunitario”: en su componente estratégico 1. Revolución educativa, considera los siguientes mecanismos:

b. Ampliar la cobertura en educación superior: fortalecimiento y gobernabilidad en el sistema de educación superior. Apoyará el funcionamiento, monitoreo y seguimiento institucional, teniendo en cuenta el actual marco legal y la capacidad de planeación de las entidades responsables de la política. Igualmente buscará consolidar y organizar el sistema de información y de seguimiento de la calidad.

En este sentido el programa deberá realizar las siguientes acciones:

- Fortalecer la gestión institucional en las entidades del sector en lo relativo al diseño, implementación, monitoreo, evaluación y vigilancia.
- Actualizar, mejorar y expandir el sistema de información de educación superior y divulgar los resultados obtenidos.

e. Mejorar la eficiencia del Sector Educativo: el tercer mecanismo consiste en mejorar y fortalecer el sistema de información del sector educativo. El objetivo será disponer de estadísticas confiables y oportunas sobre el desempeño de todos los niveles de educación que apoyen los procesos administrativos, operativos y de planeación de las entidades nacionales y territoriales y que permitan adelantar procesos efectivos de evaluación y seguimiento de las políticas sectoriales.”

Como se puede observar, la normatividad aplicable es amplia y precisa. Las Universidades públicas deben adoptar un sistema idóneo que les permita medir su gestión o su desempeño, mejorar su sistema de control y seguimiento, incrementando la eficiencia en la prestación de su servicio educativo.

7. DISEÑO METODOLOGICO

6.1 METODO DE INVESTIGACION

El método será el de análisis y síntesis que comprende el descomponer el sistema de indicadores en sus partes para después articularlos en un modelo que permita análisis y la toma de decisiones en función a nuevos datos de entrada.

6.2 FASES DE LA INVESTIGACION

- Revisión de la metodología usada por el SUE para evaluar a las Universidades públicas (Análisis de componentes principales y regresión lineal).
- Identificar el Ranking de las Universidades derivada de la aplicación de la metodología del modelo SUE, desde el año 2003 hasta el año 2012.
- Estudio de diferentes modelos de Árboles de Decisión para aplicar a la situación problema.
- Comparaciones entre modelo SUE y modelo de Árboles de Decisión-técnica del algoritmo.
- Construcción de la Propuesta del Modelo.
- Conclusiones y recomendaciones.

Se tiene entonces una valiosa cantidad de información desde el año 2003, no solo de los indicadores que reportan las 32 principales universidades del país y que contribuyen a la formación del modelo SUE, sino las ubicaciones anuales dadas por el Ministerio de Educación a estas mismas 32 universidades; si se logra obtener un modelo que permita no solo reproducir esta información, sino que también permita tomar decisiones en función a nuevos datos de entrada, se tendrá la posibilidad de buscar un funcionamiento óptimo para la universidad y poder colocarse a la vanguardia no solo en el cumplimiento de su Plan de Desarrollo sino con respecto al ranking nacional de las universidades públicas del país.

6.3 METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

Se plantea en este estudio una metodología utilizada en las técnicas de inteligencia artificial que ha tomado auge en la solución de esta clase de problemas y de entre estas, la técnica de árboles de decisión arroja resultados en

forma de reglas simples para la toma de decisiones.

Por esto el modelar dicho problema, se convierte en una necesidad urgente y la aplicación de herramientas utilizadas en la técnica de árboles de decisión se ajustan a la situación del problema propuesto, ya que el conjunto de datos con los que se trabaja presentan la característica de múltiples variables, y puede presentarse redundancia en la información suministrada por ellas. Otra razón importante para la escogencia de las técnicas mencionadas es la de que todas usan técnicas de optimización que permitirán encontrar el punto adecuado bajo el cual debe funcionar la universidad.

Es motivo de la investigación entonces el estudio de los indicadores de gestión y los resultados arrojados por el modelo desde el año 2003.

Para ello se requiere la presentación del modelo matemático de árbol de decisión y de la selección automática de atributos importantes, modelos entendibles y búsqueda automatizada a través de generación de hipótesis.

Mediante el modelamiento presentado utilizando herramientas de optimización, encontrar un óptimo para el funcionamiento de la universidad.

6.4 POBLACION Y MUESTRA

Se considera para el presente estudio, las 32 principales universidades públicas del país y que contribuyen a la formación del modelo SUE. Se tiene entonces una valiosa cantidad de información desde el año 2003, no solo de los indicadores que reportan las 32 principales universidades del país, sino las ubicaciones anuales dadas por el Ministerio de Educación a estas mismas 32 universidades, para la distribución de los recursos de ley 30 de 1992.

6.5 VARIABLES DE LA INVESTIGACION

Para evaluar el Índice de capacidad (ICAD), se identificaron tres (3) variables:

IC1 - RECURSOS HUMANOS: número de docentes en tiempos completos equivalentes, incluyendo catedráticos y ocasionales, discriminados por niveles de formación.

IC2 - RECURSOS FINANCIEROS: recursos financieros provenientes del Estado y generados por la universidad en desarrollo de su actividad, causados en el año respectivo. (Cuantificar los recursos financieros con que cuentan las universidades públicas para el desarrollo de su quehacer misional y la obtención de resultados, con excepción de los recursos dedicados a remunerar el personal docente).

IC3 - RECURSOS FÍSICOS: área de los espacios físicos construidos disponibles para las actividades universitarias misionales y de apoyo administrativo.

El Índice de resultados de formación (IRFOR) integró siete (7) variables:

IRD1 - MULTIDISCIPLINARIEDAD: número de programas académicos de pregrado y posgrado ofrecidos por la institución.

IRD2 - CALIDAD: programas académicos de pregrado con acreditación de calidad

IRD3 - PRODUCTIVIDAD: productividad y calidad de la producción bibliográfica derivada de los procesos de docencia. (Total puntaje obtenido por libros de texto elaborados por los docentes de la institución en el año).

IRD4 - COBERTURA: matriculados por primera vez en primer curso por niveles de formación y metodologías de enseñanza en pregrado.

IRD5 - COBERTURA: matrícula total por niveles de formación y metodologías de enseñanza en pregrado y posgrado.

IRD6 - IMPACTO: graduados en el nivel de formación de pregrado y posgrado por metodologías de enseñanza y áreas de conocimiento.

IRD7 - CALIDAD: número de estudiantes de la Universidad que obtuvieron un puntaje mayor al percentil 75 del ECAES.

El Índice de Ciencia, Tecnología e Innovación (IRPROD) fue evaluado con base en cinco (5):

IRI1 INVESTIGACIÓN: número de grupos de investigación reconocidos y escalafonados por Colciencias.

IRI2 - PRODUCTIVIDAD: número ponderado de revistas indexadas de la institución de acuerdo la legislación vigente (Colciencias).

IRI3 - PRODUCTIVIDAD: número ponderado de libros publicados resultado de la investigación durante la vigencia

IRI4 - PRODUCTIVIDAD: número de artículos ponderado de carácter científico, técnico, artístico, humanístico o pedagógico, publicados en revistas indexadas

IRI7 - IMPACTO: número de graduados en programas de maestrías y doctorados.

El Indicador de Extensión (IREXT) consideró cinco (5) variables para su evaluación:

IRE1 - EXTENSIÓN: valoración en términos monetarios de la interacción e integración de la Universidad con el entorno, por medio del desarrollo de procesos de extensión en sus diferentes modalidades (Ingresos por venta de servicios de extensión)

IRE2 - EXTENSIÓN: número de docentes en TCE (Tiempo Completo Equivalente) dedicados a las actividades de extensión en el respectivo año.

IRE3 - EXTENSIÓN: estudiantes vinculados en el desarrollo de la función de extensión

IRE4 - EXTENSION: número de horas ofertadas en programas de educación continuada al año.

IRE5 - EXTENSIÓN: entidades vinculadas formalmente al desarrollo de la extensión

El Indicador de Bienestar (IRBIE) fue evaluado con base en dos (2) variables:

IRB1 - BIENESTAR ATENCIÓN AL ESTUDIANTE: apoyos económicos a estudiantes de pregrado y posgrado.

IRB2 - BIENESTAR: presupuesto total ejecutado destinado a programas de bienestar

Para la creación del modelo mencionado es necesario tener en cuenta que el número de variables que representan el conjunto de datos es grande, y que por tal motivo algunas de las variables pueden entregar información redundante que afectará en cierto modo la determinación de los valores de los índices, por tal razón es necesario incluir una técnica de reducción de la dimensionalidad dentro del modelo propuesto.

7. RESULTADOS Y ANALISIS

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos de la aplicación del modelo SUE a través de cuadros que muestran los recursos asignados a las Universidades durante el periodo comprendido entre el año 2000 y 2012. De igual manera se presenta el ranking de las universidades públicas a partir del modelo SUE, presentado por el Boletín Científico Sapiens Research.

Posteriormente, se presentan los resultados de la aplicación del aprendizaje automático con árboles de decisión al estudio de las variables del modelo de indicadores de gestión de las universidades públicas, tema de la presente investigación.

7.1 RESULTADOS DEL MODELO SUE

En el cuadro 2 se presentaron los resultados de los desembolsos efectuados a las 32 universidades públicas, luego de la aplicación del modelo SUE.

El cuadro 9 presenta los resultados de los indicadores de gestión para la Universidad Tecnológica de Pereira, durante el período comprendido entre el año 2003 y 2011, con sus valores máximos y mínimos.

Es importante conocer como han quedado posicionadas las universidades públicas colombianas, de acuerdo con lo publicado en el Boletín Científico Sapiens Research, desde el año 2005 hasta el año 2012, única clasificación que analiza y mide las Instituciones de Educación Superior Colombianas, lo cual se puede apreciar en el cuadro 10.

El ranking se establece bajo tres variables: 1. Número de revistas indexadas-categorizadas en Publindex. 2. Número de maestrías-doctorados aprobados, que pueden ser ofertados y recibir estudiantes según el Ministerio de Educación Nacional (MEN). 3. Número relativo de grupos de investigación clasificados por Colciencias. A cada IES le asignan un puesto, un puntaje y un cuartil²⁰.

²⁰<http://masquau.com/2011/01/22/las-64-mejores-universidades-de-colombia-segun-ranking-u-sapiens-colombia/>

Cuadro 9. Universidad Tecnológica de Pereira - Indicadores de gestión

NOMBRE INDICADOR	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
PROFESORES TIEMPO COMPLETO EQUIVALENTE	326	340	353	375	402	404	417	446	449
GASTO EN PERSONAL ADMINISTRATIVO	4.654.652	4.846.869	4.432.233	4.731.689	7.779.859	10.254.982	13.801.956	16.792.273	15.729.698
RECURSOS FINANCIEROS	9.664.870	13.875.118	18.880.995	24.504.431	30.439.059	35.775.352	39.051.875	41.792.630	38.842.377
RECURSOS FÍSICOS	47.586	55.217	58.188	58.504	58.505	58.505	64.368	64.703	66.927
PROGRAMAS DE PREGRADO	29	30	28	27	30	32	42	48	44
PROGRAMAS DE POSGRADO	17	15	20	18	21	25	36	40	42
MATRÍCULA PREGRADO	7482	8567	9845	10623	11655	12483	13480	15565	15547
MATRÍCULA POSGRADO	643	732	727	620	949	1030	1198	1427	1414
MATRÍCULA PREGRADO EN PROGRAMAS ACREDITADOS	0	0	1602	3287	3799	4732	4837	7961	8242
MATRÍCULA PRIMER CURSO	2369	2845	3386	3282	3270	3473	3824	4528	3851
GRADUADOS PREGRADO	424	701	755	736	698	1012	971	1239	1143
GRADUADOS POSGRADO	62	92	132	135	143	196	191	229	230
GRADUADOS EN EL MAESTRÍA Y DOCTORADO	33	62	75	65	96	98	131	143	173
SABER PRO INGLES					104	61	158	146	222
GRADUADOS EN EL MERCADO LABORAL					747	669	899	900	1141
MOVILIDAD DE ESTUDIANTES COLOMBIANOS	1	3	6	10	7	12	16	26	22
MOVILIDAD DE ESTUDIANTES EXTRANJEROS	0	1	4	5	5	7	11	17	26
SABER PRO QUINTIL SUPERIOR									1677
REVISTAS INDEXADAS	6	6	6	6	6	6	6	3	6
ARTÍCULOS EN REVISTAS INDEXADAS	135	597	786	565	1043	773	1709,9	728,6	1627,7
PATENTES	0	0	0	0	0	0	1	2	5
MOVILIDAD DE DOCENTES	22	32	27	0	10	0	34	167	142
PRODUCCIÓN CULTURAL	0	0	0	0	0	0	1	18	0
ESTUDIANTES EN EXTENSIÓN	1709	2535	2832	3029	2740	1182	1892	2059	2287
ENTIDADES CON VINCULO DE EXTENSIÓN	25	34	64	19	49	74	76	73	73
PRODUCTOS LICENCIADOS	0	0	0	0	0	0	0	0	0
EDUCACIÓN CONTINUA	6.347	5.931	7.800	7.769	7.858	6.122	2.168	1.893.400	729.574
APOYOS SOCIOECONÓMICOS A ESTUDIANTES DE PREGRADO	602	870	1277	1654	2216	2717	4688	2899	6589
APOYOS SOCIOECONÓMICOS A ESTUDIANTES DE POSGRADO	144	130	96	212	314	407	472	736	214
NÚMERO DE ESTUDIANTES RETENIDOS				18477	20540	21913	23730	27270	13641,8572
ESTUDIANTES APROBARON EL 80% MATERIAS									8980
ESTUDIANTES APOYADOS EN ACTIVIDADES DE SALUD, DEPORTE Y CULTURA 2011	SALUD								1606
	DEPORTE								3197
	CULTURAL								479

Fuente: Universidad Tecnológica de Pereira.

Cuadro 10. Ranking de las universidades públicas colombianas, desde el año 2005 hasta el año 2012

Item	NOMBRE DE UNIVERSIDAD	Recursos 2012	Puesto 2012	Recursos 2011	Puesto 2011	Recursos 2009	Puesto 2009
1	VALLE	\$ 1.433.571.685	4	\$ 614.352.340	6	\$ 3.156.237.746	3
2	UPTC	\$ 1.476.312.341	2	\$ 503.198.859	18	\$ 1.766.517.739	5
3	UNAD	\$ 1.194.798.070	16	\$ 394.287.290	31	\$ 488.514.833	19
4	UFFPS_OCAÑA	\$ 1.277.446.320	10	\$ 493.685.051	19	\$ 136.677.516	31
5	UFFPS_CUCUTA	\$ 1.285.650.014	9	\$ 493.524.259	20	\$ 451.186.996	20
6	TOLIMA	\$ 1.047.223.903	30	\$ 516.023.009	17	\$ 605.448.834	18
7	TECNOLÓGICA DEL CHOCO	\$ 1.106.700.539	28	\$ 518.951.891	16	\$ 627.097.834	17
8	TECNOLÓGICA DE PEREIRA	\$ 1.391.623.416	7	\$ 688.438.901	1	\$ 1.377.006.992	10
9	SURCOLOMBIANA	\$ 1.144.678.365	25	\$ 538.211.027	13	\$ 768.353.980	14
10	SUCRE	\$ 1.203.361.604	15	\$ 473.422.081	23	\$ 240.240.090	28
11	QUINDIO	\$ 1.096.097.651	29	\$ 523.686.911	15	\$ 729.020.764	15
12	POPULAR DEL CESAR	\$ 1.253.966.462	11	\$ 393.277.343	32	\$ 394.116.005	23
13	PEDAGÓGICA	\$ 1.159.398.559	23	\$ 536.503.239	14	\$ 942.912.570	12
14	PAMPLONA	\$ 1.163.120.260	22	\$ 412.178.745	29	\$ 450.387.711	21
15	PACIFICO	\$ 1.041.900.466	31	\$ 554.805.041	12	\$ 153.927.644	29
16	NARIÑO	\$ 1.229.044.682	13	\$ 674.484.344	4	\$ 876.906.445	13
17	NACIONAL	\$ 1.472.900.990	3	\$ 687.183.187	2	\$ 12.608.053.247	1
18	MILITAR	\$ 1.181.147.138	20	\$ 590.104.413	9	\$ 127.726.074	32
19	MAGDALENA	\$ 1.108.977.513	27	\$ 594.337.064	8	\$ 640.652.831	16
20	LLANOS	\$ 1.190.747.444	17	\$ 556.647.537	10	\$ 435.747.201	22
21	INDUSTRIAL DE SANTANDER	\$ 1.385.335.024	8	\$ 601.251.263	7	\$ 1.688.845.646	6
22	GUAJIRA	\$ 1.190.516.670	18	\$ 412.615.854	28	\$ 248.379.530	27
23	DISTRITAL	\$ 1.125.811.676	26	\$ 410.280.486	30	\$ 263.080.203	26
24	CUNDINAMARCA	\$ 1.024.646.575	32	\$ 441.207.641	27	\$ 146.477.395	30
25	CÓRDOBA	\$ 1.165.547.030	21	\$ 490.092.110	21	\$ 1.597.020.370	8
26	COLEGIO MAYOR DE CUNDINAMARCA	\$ 1.185.772.565	19	\$ 465.894.348	24	\$ 280.695.853	25
27	CAUCA	\$ 1.242.446.678	12	\$ 450.616.313	26	\$ 1.788.130.281	4
28	CARTAGENA	\$ 1.396.188.603	6	\$ 650.169.189	5	\$ 1.184.332.334	11
29	CALDAS	\$ 1.415.535.911	5	\$ 677.242.946	3	\$ 1.433.411.810	9
30	ATLÁNTICO	\$ 1.223.269.386	14	\$ 483.625.721	22	\$ 1.679.080.877	7
31	ANTIOQUIA	\$ 1.494.535.485	1	\$ 555.365.599	11	\$ 4.217.758.646	2
32	AMAZONÍA	\$ 1.157.562.833	24	\$ 453.676.112	25	\$ 341.976.953	24
		\$ 39.465.835.858		\$ 16.849.340.114		\$ 41.845.922.948	

Item	NOMBRE DE UNIVERSIDAD	Recursos 2008	Puesto 2008	Recursos 2006	Puesto 2006	Recursos 2005	Puesto 2005
1	VALLE	\$ 1.088.233.675	8	\$ 930.449.501	3	\$ 655.496.495	8
2	UPTC	\$ 1.000.000.000	11	\$ 752.310.150	14	\$ 515.708.558	20
3	UNAD	\$ 693.058.497	31	\$ 493.710.931	29	\$ 436.626.978	24
4	UFFPS_OCAÑA	\$ 737.290.159	28	\$ 113.813.871	32	\$ 710.145.300	4
5	UFFPS_CUCUTA	\$ 999.947.272	12	\$ 471.458.811	30	\$ 696.435.530	7
6	TOLIMA	\$ 1.128.892.740	6	\$ 702.224.208	18	\$ 833.401.380	2
7	TECNOLÓGICA DEL CHOCO	\$ 947.697.967	14	\$ 647.043.419	20	\$ 596.838.269	10
8	TECNOLÓGICA DE PEREIRA	\$ 1.111.113.602	7	\$ 890.485.701	5	\$ 538.118.702	16
9	SURCOLOMBIANA	\$ 840.830.030	22	\$ 640.457.607	21	\$ 559.726.876	14
10	SUCRE	\$ 894.263.998	19	\$ 635.835.844	22	\$ 507.461.203	21
11	QUINDIO	\$ 767.862.065	25	\$ 705.320.643	16	\$ 499.166.821	22
12	POPULAR DEL CESAR	\$ 713.069.225	30	\$ 704.452.856	17	\$ 520.182.040	18
13	PEDAGÓGICA	\$ 844.870.741	20	\$ 772.423.053	12	\$ 535.517.245	17
14	PAMPLONA	\$ 1.032.258.520	10	\$ 869.641.376	6	\$ 544.673.961	15
15	PACIFICO	\$ 989.947.272	13	\$ 944.274.991	2	\$ 1.372.039.577	1
16	NARIÑO	\$ 770.172.325	24	\$ 744.375.742	15	\$ 582.847.211	13
17	NACIONAL	\$ 773.333.083	23	\$ 925.762.819	4	\$ 436.756.075	23
18	MILITAR	\$ 1.135.706.841	4	\$ 616.641.312	24	\$ 706.626.978	6
19	MAGDALENA	\$ 1.128.892.740	5	\$ 841.734.121	9	\$ 708.716.364	5
20	LLANOS	\$ 920.148.966	17	\$ 619.844.756	23	\$ 410.668.297	25
21	INDUSTRIAL DE SANTANDER	\$ 1.326.190.484	1	\$ 864.845.555	7	\$ 634.093.580	9
22	GUAJIRA	\$ 894.263.998	18	\$ 511.235.983	28	\$ 385.308.177	27
23	DISTRITAL	\$ 1.036.773.888	9	\$ 839.587.929	10	\$ 710.619.747	3
24	CUNDINAMARCA	\$ 659.635.257	32	\$ 660.111.396	19	\$ 301.774.162	30
25	CÓRDOBA	\$ 924.189.678	15	\$ 843.013.662	8	\$ 382.919.635	28
26	COLEGIO MAYOR DE CUNDINAMARCA	\$ 738.290.159	27	\$ 561.883.143	27	\$ 409.131.682	26
27	CAUCA	\$ 773.333.083	21	\$ 793.821.418	11	\$ 519.936.417	19
28	CARTAGENA	\$ 717.293.035	29	\$ 610.325.293	25	\$ 110.826.720	32
29	CALDAS	\$ 1.243.311.830	2	\$ 772.228.317	13	\$ 591.498.768	11
30	ATLÁNTICO	\$ 741.422.420	26	\$ 329.262.185	31	\$ 285.071.823	31
31	ANTIOQUIA	\$ 1.193.992.257	3	\$ 1.023.747.556	1	\$ 585.837.532	12
32	AMAZONÍA	\$ 920.148.966	16	\$ 594.206.881	26	\$ 302.949.587	29
		\$ 29.686.434.773		\$ 22.426.531.030		\$ 17.587.121.690	
				\$ 944.274.991			
				\$ 21.482.256.039			

Fuente: Boletín Científico Sapiens Research.

El cuadro 11 presenta los recursos recibidos por las Universidades públicas producto de la aplicación de la Ley 30 de 1992 y el cuadro 12, permite observar el comportamiento de los indicadores de gestión de las universidades públicas colombianas, para cada componente o bolsa considerada por el SUE, durante el período 2003-2011.

Cuadro 11. Aportes universidades públicas – Ley 30 de 1992.

UNIVERSIDAD	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
AMAZONIA	80	253	103	158	646	303	594	779	920	414	72	732	1.158
ANTIOQUIA	921	405	445	538	944	586	1.319	1.165	1.194	513	101	896	1.495
ATLANTICO	290	147	124	140	94	285	329	334	741	340	37	780	1.223
CALDAS	241	291	178	243	517	591	772	949	1.243	513	82	1.092	1.416
CARTAGENA	269	191	129	186	730	111	610	1.096	717	387	37	1.049	1.396
CAUCA	302	314	176	168	495	520	794	747	773	419	74	727	1.242
COLEGIO MAYOR DE CUNDINAMAR	103	174	138	146	488	409	562	614	739	426	71	752	1.186
CORDOBA	147	207	115	150	157	383	843	651	924	324	37	791	1.166
CUNDINAMARCA	164	142	129	161	111	302	660	316	660	373	56	712	1.025
DISTRITAL	265	184	142	139	302	711	840	912	1.037	404	79	662	1.126
GUAJIRA	88	83	117	162	788	385	511	518	894	372	65	666	1.191
INDUSTRIAL DE SANTANDER	454	321	278	432	893	634	1.160	1.427	1.326	517	81	970	1.385
LLANOS	107	271	109	144	610	411	620	701	920	412	46	898	1.191
MAGDALENA	100	102	116	212	693	709	842	1.045	1.129	411	69	959	1.109
MILITAR	0	0	0	233	259	707	617	1.174	1.136	429	68	952	1.181
NACIONAL	1.345	797	667	400	386	437	926	632	773	511	98	1.108	1.473
NARIÑO	249	208	133	182	549	583	744	981	770	413	44	1.088	1.229
PACIFICO	0	0	0	34	687	1.372	944	1.059	815	417	64	895	1.042
PAMPLONA	139	195	155	374	358	545	870	1.211	1.032	421	79	665	1.163
PEDAGOGICA	187	381	142	228	682	536	772	1.009	845	440	77	865	1.159
POPULAR DEL CESAR	100	206	147	163	304	520	704	440	713	382	54	634	1.254
QUINDIO	284	167	160	161	397	499	705	463	768	413	64	845	1.096
SUCRE	85	115	109	181	944	507	636	509	894	417	73	764	1.203
SURCOLOMBIANA	208	231	149	111	247	560	640	710	841	441	61	868	1.145
TECNOLOGICA DE PEREIRA	170	275	184	285	698	538	1.186	1.523	1.111	472	86	1.111	1.392
TECNOLOGICA DEL CHOCHO	119	253	117	141	417	597	647	825	948	386	42	837	1.107
TOLIMA	208	149	167	156	474	833	702	1.147	1.129	448	66	832	1.047
UFPS_CUCUTA	156	139	164	182	94	696	471	421	999	406	78	796	1.286
UFPS_OCANA	40	113	127	278	24	710	114	903	737	408	73	796	1.277
UNAD							494	371	693	382	58	636	1.195
UPTC	413	319	204	201	372	516	752	421	1.175	462	69	812	1.476
VALLE	722	379	366	309	834	655	1.226	1.427	1.088	520	86	991	1.434
TOTAL	7.955	7.009	5.292	6.597	15.193	17.150	23.607	26.481	29.687	13.592	2.148	27.179	39.466

Fuente: Ministerio de Hacienda y Crédito Público. Dirección General de Presupuesto Nacional-Subdirección de Desarrollo Social.

Cuadro 12. Indicadores de gestión.

NOMBRE UNIVERSIDAD	PROFESORES TIEMPO COMPLETO EQUIVALENTE											GASTO EN PERSONAL ADMINISTRATIVO										
	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011				
	NACIONAL	3	2149	2184	2218	2214	2196	2188	2220	2266	176.220.866	175.210.627	205.093.326	218.135.978	243.723.394	260.539.826	282.701.113	271.475.722	307.049.522			
PEDAGÓGICA	194	246	298	299	439	423	413	417	424	5.242.542	7.555.521	7.982.132	8.627.781	10.140.323	10.458.812	10.667.988	9.006.936	7.653.788				
UPTC	647	703	739	768	759	750	775	759	823	14.623.579	16.907.247	17.371.685	19.945.728	20.356.604	21.452.136	17.589.882	18.824.382	18.668.991				
CAUCA	542	574	596	652	623	554	487	548	545	3.600.565	7.644.457	7.521.332	9.436.551	12.589.465	9.442.080	10.359.804	11.595.731	12.028.252				
TECNOLÓGICA DE PEREIRA	326	340	353	375	402	404	417	446	449	4.654.652	4.846.869	4.432.233	4.731.689	7.779.859	10.254.982	13.801.956	16.792.273	15.729.698				
CALDAS	335	350	290	400	434	407	421	429	456	11.543.810	12.178.720	12.769.387	13.341.456	14.100.585	15.182.100	9.552.899	11.708.633	11.470.683				
CORDOBA	236	245	261	277	262	267	279	314	332	8.247.356	11.840.100	11.460.624	15.130.739	15.991.678	17.218.239	14.648.535	15.676.605	11.758.431				
SURCOLOMBIANA	234	237	239	240	244	252	260	271	270	6.916.666	5.706.563	7.859.457	6.718.337	7.298.024	8.646.331	8.394.418	8.618.664	7.162.395				
AMAZONIA	118	141	150	161	167	172	176	185	194	3.234.990	3.495.112	3.788.279	4.106.235	3.884.911	3.732.657	4.596.431	5.333.019	5.443.165				
MILITAR	200	215	249	227	262	282	290	307	340	2.769.018	4.138.591	4.605.717	5.010.203	5.820.294	5.907.375	6.477.124	7.128.324	8.823.502				
TECNOLÓGICA DEL CHOCO	159	171	201	210	216	235	252	244	225	13.392.285	12.468.211	10.578.855	12.157.908	12.968.829	15.359.546	18.750.088	19.344.466	20.455.454				
LLANOS	128	134	134	152	157	179	188	203	196	7.205.517	7.214.729	7.098.418	8.582.888	9.260.183	10.577.204	11.140.706	11.881.083	11.772.949				
POPULAR DEL CESAR	245	255	257	249	272	291	311	220	220	3.133.653	3.311.427	3.894.081	3.835.113	3.894.705	4.191.494	4.275.324	4.285.603	5.260.981				
COLEGIO MAYOR DE CUNDINAMARCA	147	158	165	166	175	177	180	173	184	4.053.702	4.559.391	4.875.250	5.035.140	5.234.840	5.529.238	6.299.188	6.563.800	7.017.784				
PACIFICO	52	53	50	54	61	69	70	69	75	1.019.152	1.558.104	1.301.849	1.831.808	1.796.506	1.934.298	2.130.970	1.807.595	2.601.537				
ANTIOQUIA	1226	1392	1541	1620	1628	1878	1834	1727	1788	17.958.155	103.304.840	132.019.977	141.539.429	112.760.317	91.551.709	70.029.606	81.381.288	77.897.419				
ATLANTICO	328	324	324	333	339	344	348	332	306	33.848.236	49.016.298	34.091.726	55.601.949	59.866.618	46.814.344	12.314.961	10.814.679	11.422.438				
VALLE	739	756	808	821	836	836	863	879	902	15.806.105	27.800.039	29.583.962	29.148.727	28.594.286	29.207.321	34.704.978	34.896.183	54.486.061				
INDUSTRIAL DE SANTANDER	448	460	500	552	584	573	528	530	610	14.472.654	20.777.287	28.273.334	30.137.047	31.851.845	35.690.790	38.959.569	45.982.166	46.468.605				
CARTAGENA	301	295	300	324	347	347	399	391	401	11.462.818	11.856.922	12.482.433	12.469.360	13.178.867	14.960.201	15.259.405	15.202.615	15.769.673				
NARIÑO	200	202	217	223	255	282	249	184	182	5.906.928	8.480.126	8.472.289	11.896.888	10.609.555	10.646.509	10.058.103	11.011.147	7.330.605				
TOLIMA	137	148	219	216	227	237	271	315	337	5.833.311	7.315.819	7.512.046	7.211.168	8.312.517	10.238.044	10.543.538	13.293.248	18.216.938				
QUINDIO	251	263	275	333	332	316	330	352	350	8.756.964	10.629.475	11.670.404	11.665.175	14.206.938	9.466.235	9.049.329	15.814.290	15.268.983				
UFPS CUCUTA	250	263	261	277	253	229	213	214	225	5.726.000	5.931.711	7.415.867	6.514.221	7.359.356	6.213.741	7.659.692	6.024.750	6.128.831				
UFPS OCAÑA	58	59	64	54	62	62	62	62	69	2.013.307	2.515.383	2.446.267	3.548.121	3.243.849	3.289.478	3.774.649	3.207.943	3.425.042				
PAMPLONA	216	358	310	320	423	508	560	567	596	5.694.082	8.174.560	9.737.342	11.749.597	13.649.876	14.531.432	10.657.748	9.360.045	9.793.000				
MAGDALENA	121	134	162	188	191	197	218	273	293	3.693.210	4.491.734	5.563.663	5.714.707	6.039.874	5.580.278	5.691.884	8.751.314	4.745.160				
CUNDINAMARCA	213	250	244	246	277	284	285	263	301	3.167.552	4.547.413	4.885.068	5.377.851	4.475.743	5.624.210	6.427.789	8.113.958	8.964.045				
SUCRE	81	88	124	133	134	135	127	128	129	1.194.833	1.175.205	1.722.404	2.179.857	2.218.316	2.285.103	2.096.833	3.607.948	3.647.607				
GUAJIRA	109	108	113	120	149	179	172	194	178	2.998.350	4.304.502	4.939.579	3.768.967	6.154.558	7.132.054	9.827.064	10.138.582	8.891.632				
DISTRITAL	541	546	567	627	610	653	693	747	769	8.893.118	10.100.133	11.219.529	14.062.317	16.701.715	12.966.122	14.769.189	14.915.541	15.396.798				
UNAD	248	329	381	432	511	536	496	570	624	4.696.855	8.371.115	8.145.981	8.266.075	12.025.189	15.670.522	16.221.388	13.887.821	14.051.096				

NOMBRE UNIVERSIDAD	RECURSOS FINANCIEROS									
	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	
NACIONAL	17.052.577	24.481.085	33.313.392	43.235.313	53.706.296	63.121.585	68.902.642	73.738.395	89.269.421	
PEDAGÓGICA	6.365.015	9.137.767	12.434.498	16.137.937	20.046.317	23.560.651	25.718.478	27.523.463	20.145.426	
UPTC	9.709.387	13.939.027	18.967.961	24.617.299	30.579.262	35.940.134	39.231.749	41.985.128	50.429.369	
CAUCA	3.172.781	4.554.919	6.198.247	8.044.307	9.992.524	11.744.321	12.819.937	13.719.671	19.759.461	
TECNOLÓGICA DE PEREIRA	9.664.870	13.875.118	18.880.995	24.504.431	30.439.059	35.775.352	39.051.875	41.792.630	38.842.377	
CALDAS	4.742.788	6.808.859	9.265.365	12.024.923	14.937.189	17.555.839	19.163.709	20.508.664	22.632.526	
CORDOBA	8.471.357	12.161.681	16.549.383	21.478.382	26.680.143	31.357.457	34.229.363	36.631.662	40.906.815	
SURCOLOMBIANA	4.840.670	6.949.380	9.456.584	12.273.093	15.245.463	17.918.156	19.559.210	20.931.922	26.271.027	
AMAZONIA	2.117.505	3.039.941	4.136.693	5.368.749	6.668.984	7.838.129	8.555.992	9.156.472	7.322.931	
MILITAR	11.000.978	15.793.265	21.491.173	27.892.014	34.647.066	40.721.068	44.450.550	47.570.197	53.592.916	
TECNOLÓGICA DEL CHOCO	5.859.385	8.411.872	11.446.714	14.855.956	18.453.859	21.689.018	23.675.429	25.337.028	26.282.099	
LLANOS	1.853.311	2.660.658	3.620.572	4.698.908	5.836.917	6.860.191	7.488.489	8.014.049	14.702.792	
POPULAR DEL CESAR	1.806.258	2.593.107	3.528.650	4.579.608	5.688.725	6.686.019	7.298.365	7.810.582	5.108.739	
COLEGIO MAYOR DE CUNDINAMARCA	1.625.130	2.333.076	3.174.805	4.120.375	5.118.272	6.015.560	6.566.501	7.027.354	5.830.218	
PACIFICO	1.760.426	2.527.309	3.439.114	4.463.405	5.544.379	6.516.368	7.113.176	7.612.396	4.893.052	
ANTIOQUIA	24.440.977	35.088.048	47.747.144	61.967.953	76.975.717	90.470.385	98.756.210	105.687.159	94.150.386	
ATLANTICO	6.369.058	9.143.571	12.442.396	16.148.187	20.059.050	23.575.617	25.734.815	27.540.946	38.761.385	
VALLE	16.029.462	23.012.277	31.314.666	40.641.295	50.484.043	59.334.436	64.768.643	69.314.262	100.639.743	
INDUSTRIAL DE SANTANDER	17.256.303	24.773.559	33.711.384	43.751.842	54.347.921	63.875.693	69.725.816	74.619.342	122.106.169	
CARTAGENA	7.565.300	10.860.925	14.779.338	19.181.154	23.826.559	28.003.610	30.568.350	32.713.711	33.933.932	
NARIÑO	5.278.078	7.577.335	10.311.092	13.382.105	16.623.062	19.537.263	21.326.604	22.823.356	39.026.501	
TOLIMA	5.151.176	7.395.150	10.063.179	13.060.354	16.223.388	19.067.521	20.813.841	22.274.606	26.077.334	
QUINDIO	1.746.433	2.507.220	3.411.777	4.427.927	5.500.308	6.464.571	7.056.635	7.551.887	6.359.718	
UFPS CUCUTA	7.603.821	10.916.226	14.854.591	19.278.821	23.947.879	28.146.198	30.723.998	32.880.282	29.642.053	
UFPS OCAÑA	954.290	1.370.002	1.864.272	2.419.519	3.005.492	3.532.387	3.855.905	4.126.521	4.116.909	
PAMPLONA	6.022.124	8.645.504	11.764.636	15.268.567	18.966.398	22.291.410	24.332.993	26.040.741	28.097.000	
MAGDALENA	5.400.305	7.752.806	10.549.870	13.691.999	17.008.008	19.989.694	21.820.471	23.351.884	39.044.508	
CUNDINAMARCA	2.623.045	3.765.706	5.124.300	6.650.500	8.261.158	9.709.427	10.598.675	11.342.516	21.442.900	
SUCRE	1.641.715	2.356.885	3.207.204	4.162.425	5.170.505	6.076.950	6.633.514	7.099.070	14.366.086	
GUAJIRA	2.556.806	3.670.611	4.994.897	6.482.556	8.052.540	9.464.236	10.331.029	11.056.085	11.468.477	
DISTRITAL	20.829.344	29.903.103	40.691.569	52.810.976	65.601.049	77.101.616	84.163.049	86.831.018	186.417.984	
UNAD	16.619.060	23.858.718	32.466.487	42.136.170	52.340.956	61.516.886	67.150.975	71.863.792	93.306.942	

NOMBRE UNIVERSIDAD	PROGRAMAS DE PREGRADO										PROGRAMAS DE POSGRADO									
	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011		
	NACIONAL	98	98	97	96	96	96	95	96	96	177	192	209	185	231	242	248	277	280	
PEDAGÓGICA	18	18	16	20	23	23	28	27	26	17	21	18	20	23	21	24	21	22		
UPTC	61	60	57	57	55	58	62	66	67	20	21	23	24	15	26	32	37	43		
CAUCA	46	50	45	45	41	42	47	43	44	17	24	23	23	22	27	4	34	38		
TECNOLOGICA DE PEREIRA	29	30	28	27	30	32	42	48	44	17	15	20	18	21	25	36	40	42		
CALDAS	31	34	31	30	33	30	30	32	36	27	34	33	27	30	34	35	37	38		
CORDOBA	20	20	22	24	23	28	29	29	28	9	6	6	4	0	9	2	9	14		
SURCOLOMBIANA	39	33	33	29	32	29	33	31	32	13	13	16	14	14	18	20	21	20		
AMAZONIA	24	26	28	28	23	21	21	18	17	4	5	4	4	8	7	7	7	7		
MILITAR	18	18	16	16	17	17	19	19	19	49	50	60	60	54	63	66	64	72		
TECNOLOGICA DEL CHOCO	29	33	33	23	24	26	26	26	27	4	4	4	4	4	3	0	8	8		
LLANOS	15	15	15	16	15	16	16	17	17	6	3	5	6	0	0	7	14	12		
POPULAR DEL CESAR	25	27	27	24	25	26	26	27	27	5	1	1	2	0	0	0	0	0		
COLEGIO MAYOR DE CUNDINAMARCA	10	10	10	10	10	10	11	11	12	2	2	2	2	3	3	3	4	4		
PACIFICO	10	10	10	10	10	8	8	6	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
ANTIOQUIA	119	124	133	149	184	196	209	216	222	121	113	121	129	122	126	138	145	153		
ATLANTICO	32	38	37	37	34	34	35	35	44	11	11	10	10	9	13	10	0	17		
VALLE	140	144	143	136	128	130	136	136	139	99	86	88	92	87	88	101	101	100		
INDUSTRIAL DE SANTANDER	44	45	42	43	41	42	42	42	44	47	45	41	40	47	54	57	55	63		
CARTAGENA	20	23	22	20	26	26	28	31	39	35	37	33	31	37	37	41	40	47		
NARIÑO	40	41	43	40	40	36	36	36	41	13	13	12	15	14	20	22	22	25		
TOLIMA	31	37	39	40	37	39	40	48	46	10	13	16	13	15	19	12	15	7		
QUINDIO	34	45	42	38	33	30	35	37	38	4	5	4	5	0	5	8	9	7		
UFPS_CUCUTA	38	34	37	38	43	41	42	49	51	1	0	8	6	11	6	7	8	9		
UFPS_OCAÑA	8	10	14	14	13	13	16	15	14	0	0	2	2	1	3	3	1	0		
PAMPLONA	53	92	72	59	66	68	68	67	67	25	16	20	8	29	19	20	25	18		
MAGDALENA	49	56	43	35	41	42	39	38	37	4	3	4	5	11	13	17	19	18		
CUNDINAMARCA	29	33	33	34	26	26	30	29	30	2	3	1	0	0	7	7	0	0		
SUCRE	17	11	11	13	15	16	16	14	14	3	0	0	0	2	0	0	0	0		
GUAJIRA	36	32	30	30	22	27	31	32	31	1	1	1	3	2	0	1	3	4		
DISTRITAL	49	50	49	50	45	46	44	44	45	27	27	29	30	30	27	26	27	26		
UNAD	21	24	24	29	33	34	35	37	41	7	2	7	7	9	9	10	11	11		

NOMBRE UNIVERSIDAD	MATRÍCULA PREGRADO										MATRÍCULA POSGRADO									
	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011		
NACIONAL	41088	41345	41784	40206	40203	40144	39515	39945	41648	3921	4323	4734	4447	5684	6196	7056	8339	9517		
PEDAGÓGICA	5557	6470	7147	7887	8804	8827	9070	8947	8856	712	941	992	1194	1552	1191	1467	1382	1423		
UPTC	20197	20452	21090	22933	22133	23615	23003	22707	25244	452	514	505	680	377	988	1750	1880	2173		
CAUCA	10846	12380	12208	13096	12631	12604	12997	13212	12848	269	363	305	410	408	579	88	654	712		
TECNOLOGICA DE PEREIRA	7482	8567	9845	10623	11655	12483	13480	15565	15547	643	732	727	620	949	1030	1198	1427	1414		
CALDAS	8633	9518	10533	11109	12450	10827	11327	11842	12304	266	396	366	238	584	779	770	694	792		
CORDOBA	5729	6715	7731	9855	9739	10237	11001	11682	11806	255	259	221	761	0	220	15	213	298		
SURCOLOMBIANA	5668	5669	6312	6904	7541	8015	8539	8774	9447	156	180	342	490	414	556	737	619	518		
AMAZONIA	3181	3656	4973	5734	6059	6645	6608	6756	6987	48	81	123	55	251	239	255	231	266		
MILITAR	6283	6429	7691	8041	8068	9359	9969	11093	12409	1231	807	2236	2761	1295	1516	1648	1729	2262		
TECNOLOGICA DEL CHOCO	6008	7003	8722	7839	9323	9371	10161	11162	11128	47	55	79	71	107	50	0	73	55		
LLANOS	3884	4124	4694	5104	5392	5605	5614	5842	5722	142	57	85	122	0	0	150	338	290		
POPULAR DEL CESAR	8863	9286	10937	12045	12030	12777	13364	13609	13412	148	23	92	114	0	0	0	0	0		
COLEGIO MAYOR DE CUNDINAMARCA	4794	4893	4897	4949	4928	4745	4740	4877	4968	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
PACIFICO	984	1077	1162	1437	1955	2162	2323	2435	2363	157	170	172	166	224	228	192	236	262		
ANTIOQUIA	30369	32882	33874	35116	34829	35109	36075	36126	36659	1880	1736	1970	2291	2094	2232	2351	2556	2713		
ATLANTICO	9796	11507	12553	12686	12673	12894	13448	15028	22084	1140	278	296	228	106	308	227	0	269		
VALLE	23201	24645	27161	27237	27984	28517	27573	27774	27300	1689	1871	2131	2573	2618	2789	3038	3125	3334		
INDUSTRIAL DE SANTANDER	16062	16637	17620	18265	18570	19470	20010	20939	19916	1257	1237	1031	1145	1298	1411	1477	1377	1775		
CARTAGENA	8239	9015	9831	9554	10142	10171	11126	14211	17269	545	521	452	531	605	629	791	730	735		
NARIÑO	7599	8354	8870	9487	10196	9218	9000	8988	11027	437	403	521	680	312	396	467	558	757		
TOLIMA	19201	30710	19853	19685	25542	28945	32216	32669	37340	228	385	445	337	749	1077	1986	962	758		
QUINDIO	8275	9114	9110	9717	10724	11306	12356	14107	14707	40	48	40	47	0	106	88	120	117		
UFPS_CUCUTA	11689	14079	13388	15502	14906	17261	19048	20989	21964	29	0	779	310	504	166	836	640	506		
UFPS_OCAÑA	1607	1661	2205	2354	2591	2819	3489	3590	4260	0	0	93	99	54	115	93	27	0		
PAMPLONA	16443	19041	17981	23214	33280	37732	32712	29520	27804	1422	1951	2431	1220	2439	555	1400	1057	483		
MAGDALENA	6058	7799	8907	9350	10538	13906	15444	15876	17356	135	92	70	77	152	233	520	544	500		
CUNDINAMARCA	8046	8385	8156	8828	8760	8877	9789	9633	10190	46	53	19	0	0	211	267	0	0		
SUCRE	2554	2936	3323	3890	4300	4977	4714	4748	4672	46	0	0	0	47	0	0	0	0		
GUAJIRA	5417	5149	5654	7237	6424	6206	7555	7753	7757	34	40	35	42	71	0	87	55	85		
DISTRITAL	21177	22178	23343	24068	25479	25205	27796	27521	27646	1345	1537	2296	2177	1387	1323	1426	1724	1441		
UNAD	22622	39738	32235	32493	46162	47248	52648	52205	57935	932	640	304	263	695	485	1228	1205	1209		

NOMBRE UNIVERSIDAD	MATRÍCULA PREGRADO EN PROGRAMAS ACREDITADOS											MATRÍCULA PRIMER CURSO									
	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011			
	NACIONAL	0	0	0	3404	17541	22627	28334	31253	35652	8672	9087	9808	9391	9099	8772	9026	10580	11210		
PEDAGÓGICA	0	0	0	0	963	564	554	2647	5119	1593	2095	1989	887	1781	1411	2210	2011	1851			
UPTC	345	362	761	2605	3129	5357	5805	6851	6427	4689	4586	4592	5375	6030	5568	5331	6399	5888			
CAUCA	698	694	699	707	694	1791	2572	2518	2690	2935	3233	2932	3139	2475	2274	1736	2415	2166			
TECNOLOGICA DE PEREIRA	0	0	1602	3287	3799	4732	4837	7961	8242	2369	2845	3386	3282	3270	3473	3824	4528	3851			
CALDAS	412	420	418	428	2134	3419	4087	4922	5171	2271	2496	3257	3169	3635	2752	2609	4306	3112			
CORDOBA	0	0	568	629	1342	1924	1847	2380	3453	2338	2493	2560	2656	2983	1351	3417	1416	2800			
SURCOLOMBIANA	0	0	0	0	593	2202	2405	3271	3352	1442	1777	1747	1812	2024	2176	2420	2199	2601			
AMAZONIA	0	0	0	0	0	1024	1242	1279	1306	956	1382	2005	1893	2383	1103	1072	906	1567			
MILITAR	0	0	0	0	944	1170	2761	4197	4638	2372	2213	2472	3144	3463	3736	4634	4819	4348			
TECNOLOGICA DEL CHOCO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1516	1994	2697	2458	2031	2139	2512	2972	2594			
LLANOS	0	0	0	0	393	792	1177	1170	1590	1239	1263	1264	1382	1358	1129	1428	1428	1499			
POPULAR DEL CESAR	0	0	0	0	0	0	902	837	806	3110	3340	3192	3198	9673	2322	1363	1571	2585			
COLEGIO MAYOR DE CUNDINAMARCA	0	0	0	0	1168	1670	1582	1845	1892	1349	1332	1289	1295	1363	1355	1407	1482	1474			
PACIFICO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	502	373	387	598	1009	907	586	796	729			
ANTIOQUIA	158	351	2563	6010	12745	17872	19279	20859	23581	7719	8140	8912	8164	8424	8847	9941	8563	8504			
ATLANTICO	0	0	0	0	0	0	0	0	532	1667	3456	3788	3627	2661	2853	4649	4840	5497			
VALLE	498	2092	3443	3789	5402	7302	8429	8957	8338	6280	8180	8727	6773	7372	7427	4934	6122	5887			
INDUSTRIAL DE SANTANDER	772	783	819	2335	2922	6681	8015	13517	12220	4052	4290	4261	4077	3533	3927	4647	5050	4428			
CARTAGENA	0	0	0	0	0	0	0	0	1746	2227	2003	1991	1330	1355	2907	4449	6146				
NARIÑO	0	0	0	645	900	975	1666	2101	3054	2180	2210	1990	1878	383	2046	1806	1487	8062			
TOLIMA	0	0	0	0	601	1139	889	2496	2682	2853	6900	9116	5948	4069	3514	12443	11753	10348			
QUINDIO	0	0	0	0	0	0	0	976	2479	2502	3263	3229	2953	2909	4347	4523	2061	2156			
UFPS_CUCUTA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3215	4856	3789	3688	3774	3192	4714	4357	4447			
UFPS_OCAÑA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	584	611	884	999	848	822	989	1096	1419			
PAMPLONA	0	0	0	0	1175	1090	985	840	998	5700	6881	6376	0	17226	13244	5871	5765	4152			
MAGDALENA	0	0	0	0	196	190	183	624	686	2253	3048	3121	2673	3324	5935	5374	5349	6104			
CUNDINAMARCA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2394	2357	2001	2388	3795	2202	2664	2410	2635			
SUCRE	0	0	0	0	0	0	739	733	691	592	956	1118	1187	1143	1005	1000	1017	1026			
GUAJIRA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1597	1547	1585	1530	908	5	1323	2475	2493			
DISTRITAL	0	0	2704	3429	3664	3982	6637	9257	12893	6550	5662	5469	5617	5567	5476	6220	5404	5413			
UNAD	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6576	7448	11966	6018	16521	22314	23946	21145	23252			

NOMBRE UNIVERSIDAD	MATRÍCULA EN PROGRESO			GRADUADOS PREGRADO								GRADUADOS POSGRADO									
	2003	2004	2005	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
	NACIONAL	0	0	0	4127	5456	6503	6781	5255	5664	5653	6191	4976	971	1176	1196	1773	1956	1785	2401	2445
PEDAGÓGICA	0	0	0	768	286	292	115	860	1149	1309	1229	746	95	20	141	127	270	284	295	432	74
UPTC	345	362	761	2453	2093	2205	2276	2338	2229	2227	2792	3731	114	138	161	263	158	165	503	1245	1465
CAUCA	698	694	699	805	586	525	671	912	1263	1252	1425	1674	94	40	50	247	178	234	220	280	285
TECNOLOGICA DE PEREIRA	0	0	1602	424	701	755	736	698	1012	971	1239	1143	62	92	132	135	143	196	191	229	230
CALDAS	412	420	418	1439	1275	1125	1399	1314	2022	1410	1248	1155	103	72	91	71	108	166	242	228	176
CORDOBA	0	0	568	241	50	167	494	756	1080	1282	1147	739	0	0	0	0	173	19	0	0	0
SURCOLOMBIANA	0	0	0	890	555	438	552	789	899	612	485	1044	57	67	97	194	209	205	192	200	391
AMAZONIA	0	0	0	286	230	80	214	376	423	707	763	732	24	4	5	39	132	143	154	171	86
MILITAR	0	0	0	721	657	144	1090	668	872	843	1028	1113	471	443	178	685	641	1125	761	885	1539
TECNOLOGICA DEL CHOCO	0	0	0	569	1029	399	1034	951	998	1089	1040	1637	0	0	2	12	21	42	17	102	45
LLANOS	0	0	0	243	717	721	487	540	573	635	688	790	42	61	36	77	0	0	74	141	190
POPULAR DEL CESAR	0	0	0	522	868	644	871	1033	1196	1056	1430	1451	23	0	0	0	0	0	0	0	1
COLEGIO MAYOR DE CUNDINAMARCA	0	0	0	935	878	855	868	823	832	926	847	899	135	167	162	151	195	221	189	201	218
PACIFICO	0	0	0	0	0	0	16	159	217	124	230	193	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ANTIOQUIA	158	351	2563	2759	975	2586	1338	3629	4261	4777	4209	4859	500	150	512	289	649	779	715	986	1062
ATLANTICO	0	0	0	935	1008	543	445	1157	1143	1369	668	1600	149	0	0	26	0	0	0	0	0
VALLE	498	2092	3443	2139	2259	1994	2229	0	0	3171	3038	3469	452	461	580	689	0	0	763	764	941
INDUSTRIAL DE SANTANDER	772	783	819	1926	1831	2060	1937	2052	1820	2345	2673	2722	403	303	338	347	343	311	450	558	495
CARTAGENA	0	0	0	901	1258	954	614	463	1099	1260	1188	1231	136	146	103	120	4	107	290	340	510
NARIÑO	0	0	0	910	793	786	684	913	969	1115	996	1031	174	179	192	378	317	195	174	179	303
TOLIMA	0	0	0	3027	2776	2403	2182	2080	3050	2748	2812	3357	94	111	0	141	149	493	730	1383	492
QUINDIO	0	0	0	2095	1347	833	907	813	756	1223	1500	1867	32	7	22	26	12	29	9	32	34
UFPS_CUCUTA	0	0	0	592	302	187	0	1246	1526	1409	2088	1780	42	0	13	0	149	601	25	375	224
UFPS_OCAÑA	0	0	0	325	363	316	321	245	218	298	242	243	0	0	8	1	36	27	74	28	38
PAMPLONA	0	0	0	1605	121	834	0	2116	3123	3438	3020	3528	0	5	848	0	885	1019	1290	1330	519
MAGDALENA	0	0	0	554	354	419	116	678	1025	1181	1222	1902	0	0	50	6	30	38	81	272	290
CUNDINAMARCA	0	0	0	707	782	881	559	849	947	1032	905	1201	0	0	12	18	0	0	0	0	71
SUCRE	0	0	0	474	150	102	238	31	294	501	745	455	1	5	7	0	0	0	0	0	0
GUAJIRA	0	0	0	496	421	189	25	38	563	812	1096	692	0	0	1	9	3	0	0	0	0
DISTRITAL	0	0	2704	1858	2060	2283	2518	1465	2397	2637	2596	2544	470	685	650	653	319	517	399	368	760
UNAD	0	0	0	2120	4192	3453	1661	2899	2554	758	581	3362	479	554	396	54	136	63	32	344	227

NOMBRE UNIVERSIDAD	ADADO EN PROGRAI			GRADUADOS EN EL MAESTRÍA Y DOCTORADO								SABER PRO INGLES					GRADUADOS EN EL MERCADO LABORAL					
	2003	2004	2005	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2007	2008	2009	2010	2011	2007	2008	2009	2010	2011
	2003	2004	2005	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2007	2008	2009	2010	2011	2007	2008	2009	2010	2011
NACIONAL	0	0	0	472	552	612	755	925	903	1081	1215	1550	481	369	1283	958	1221	7113	5910	6062	6609	7057
PEDAGÓGICA	0	0	0	55	13	60	56	150	171	89	262	41	80	72	127	132	227	191	972	273	1406	1381
UPTC	345	362	761	26	20	13	32	16	8	22	53	103	26	17	73	87	1	2092	1952	1952	2244	2860
CAUCA	698	694	699	12	5	6	45	37	33	28	30	50	22	37	126	80	120	335	811	1131	1137	1330
TECNOLOGICA DE PEREIRA	0	0	1602	33	62	75	65	96	98	131	143	173	104	61	158	146	222	747	669	899	900	1141
CALDAS	412	420	418	30	19	30	29	44	60	70	103	72	70	46	94	108	133	1333	1137	1512	1319	1209
CORDOBA	0	0	568	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	4	54	69	111	496	644	624	712	598
SURCOLOMBIANA	0	0	0	10	9	8	7	12	11	9	12	51	38	51	81	45	86	546	631	918	698	574
AMAZONIA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	9	12	0	3	8	8	22	393	365	415	664	783
MILITAR	0	0	0	110	92	72	88	93	84	70	131	177	77	64	134	140	223	1381	1065	1544	1269	1606
TECNOLOGICA DEL CHOCO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	2	6	8	17	440	719	657	663	650
LLANOS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	7	4	4	2	19	7	26	1	121	408	612	662
POPULAR DEL CESAR	0	0	0										3	0	23	12	15	662	709	576	231	995
COLEGIO MAYOR DE CUNDINAMARCA	0	0	0										9	8	8	13	21	928	948	912	967	933
PACIFICO	0	0	0										0	0	2	1	1	12	67	99	71	83
ANTIOQUIA	158	351	2563	178	36	191	54	238	288	290	390	393	245	192	502	405	535	3477	3687	4395	4668	4493
ATLANTICO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	61	52	155	92	218	317	714	671	918	485
VALLE	498	2092	3443	133	207	249	380	0	0	409	415	530	125	105	343	293	427	2565	2277	2349	3167	3079
INDUSTRIAL DE SANTANDER	772	783	819	93	81	82	81	95	85	132	152	148	158	99	409	276	599	726	2411	1766	2419	2748
CARTAGENA	0	0	0	1	29	25	25	1	30	55	55	66	52	55	113	99	140	1045	334	798	1174	1153
NARIÑO	0	0	0	11	12	11	1	0	12	14	41	37	40	14	50	53	62	185	219	778	410	648
TOLIMA	0	0	0	0	1	0	5	2	19	36	47	23	14	6	101	69	126	1902	1551	2857	2892	3619
QUINDIO	0	0	0	0	7	7	9	12	3	7	7	12	69	41	93	86	157	262	606	598	951	1218
UFPS_CUCUTA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	6	8	3	27	30	445	1036	1736	1104	1909
UFPS_OCAÑA	0	0	0										0	1	0	0	0	0	145	149	209	159
PAMPLONA	0	0	0	0	0	0	0	6	35	31	39	38	11	10	28	39	62	1302	1500	2610	3649	3487
MAGDALENA	0	0	0	0	0	0	3	0	9	1	11	20	13	11	56	51	64	404	498	712	933	1030
CUNDINAMARCA	0	0	0										6	3	6	15	7	104	313	720	951	687
SUCRE	0	0	0										0	1	5	3	3	82	71	177	221	465
GUAJIRA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3	2	1	20	30	355	489	670
DISTRITAL	0	0	2704	31	33	35	39	51	57	80	64	76	90	45	396	208	462	2851	2333	2616	2501	2454
UNAD	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	6	30	19	48	727	3870	2860	2825	3153

NOMBRE UNIVERSIDAD	ADADO EN PROGRAI			MOVILIDAD DE ESTUDIANTES COLOMBIANOS								MOVILIDAD DE ESTUDIANTES EXTRANJEROS								SABER PRO QUINTIL SUPERIOR		
	2003	2004	2005	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009		2010	2011
	2003	2004	2005	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009		2010	2011
NACIONAL	0	0	0	76	0	131	125	63	155	215	201	381	0	31	47	44	78	60	122	27	118	9282
PEDAGÓGICA	0	0	0	3	1	2	10	13	15	21	20	20	6	0	3	13	8	22	63	16	9	2247
UPTC	345	362	761	0	0	40	99	75	55	113	72	56	0	0	4	18	30	14	25	8	17	2134
CAUCA	698	694	699	0	0	0	0	0	0	4	12	17	0	0	0	0	0	0	0	0	19	1109
TECNOLOGICA DE PEREIRA	0	0	1602	1	3	6	10	7	12	16	26	22	0	1	4	5	5	7	11	17	26	1677
CALDAS	412	420	418	0	0	0	0	0	4	74	84	61	0	0	0	0	0	19	46	19	54	1451
CORDOBA	0	0	568	0	0	0	0	0	0	3	18	17	0	0	0	0	0	0	0	0	4	681
SURCOLOMBIANA	0	0	0	0	0	0	0	0	2	18	49	61	0	0	0	0	0	0	4	4	1	717
AMAZONIA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	270
MILITAR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	25	104	0	0	0	0	0	0	4	2	3	1362
TECNOLOGICA DEL CHOCO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	197
LLANOS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	8	5	0	0	0	0	0	0	0	1	0	464
POPULAR DEL CESAR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	4	0	2	472
COLEGIO MAYOR DE CUNDINAMARCA	0	0	0	0	0	1	0	0	0	9	0	29	0	0	1	0	0	0	0	0	1	780
PACIFICO	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	87
ANTIOQUIA	158	351	2563	51	144	123	135	192	142	102	197	187	36	38	35	11	12	28	31	49	69	5445
ATLANTICO	0	0	0	0	0	0	0	0	2	5	2	0	0	0	0	0	2	2	0	5		1491
VALLE	498	2092	3443	0	11	23	34	48	16	130	134	0	0	22	45	37	66	56	61	81		3654
INDUSTRIAL DE SANTANDER	772	783	819	0	0	9	37	40	25	17	24	35	0	0	0	0	0	0	4	13		3270
CARTAGENA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	7	11	0	0	0	0	0	0	3	5	6	1505
NARIÑO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	40	0	0	0	0	0	0	6	0	3	853
TOLIMA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33	81	70	0	0	0	0	0	0	5	20	24	3354
QUINDIO	0	0	0	0	0	4	10	22	35	30	63	28	1	2	0	3	0	4	20	25	9	1350
UFPS_CUCUTA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	978
UFPS_OCAÑA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	138
PAMPLONA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1297
MAGDALENA	0	0	0	0	0	0	1	10	27	37	16	44	0	0	0	0	9	7	4	11	34	1217
CUNDINAMARCA	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	8	0	0	0	0	0	0	2	5		564
SUCRE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	291
GUAJIRA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	136
DISTRITAL	0	0	2704	0	0	0	0	0	0	25	25	10	0	0	0	0	0	0	3	5	3	5053
UNAD	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1651

NOMBRE UNIVERSIDAD	ARTÍCULOS EN REVISTAS INDEXADAS											ARTÍCULOS EN REVISTAS INDEXADAS											
	ADICIONADO EN PROGRAMA			REVISTAS INDEXADAS								ARTÍCULOS EN REVISTAS INDEXADAS											
	2003	2004	2005	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011		
NACIONAL	0	0	0	80	91	150	227	276	287	303	344	375	18	1848	3744	10639	10650	7883	11096	18059,5	23151		
PEDAGÓGICA	0	0	0	0	12	24	42	35	44	36	39	45	321	91	101	305	266	202	409	352	457		
UPTC	345	362	761	3	6	6	9	6	6	14	22	25	94	105	157	343	478	729	1075,6	991,9	797,2		
CAUCA	698	694	699	0	0	3	6	6	6	11	15	12	3	297	492	664	494	608	1000,8	767,5	1039		
TECNOLOGICA DE PEREIRA	0	0	1602	6	6	6	6	6	6	6	6	6	135	597	786	565	1043	773	1709,9	728,6	1627,7		
CALDAS	412	420	418	0	0	6	20	31	44	52	73	77	29	450	179	325	490	614	1283,7	1511,6	2134		
CORDOBA	0	0	568	0	0	3	11	15	18	15	18	18	5	13	29	71	74	84,21	94,21	100,815	108,799		
SURCOLOMBIANA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	9	0	72	69	46	52	123	214	368	313
AMAZONIA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	6	0	16	36	23	33	105	45	22,8	60,6	
MILITAR	0	0	0	0	0	3	14	14	37	43	53	58	0	0	0	86	275	367	484	894,3	1081		
TECNOLOGICA DEL CHOCO	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	3	3	33	90	108	117	132	144	99	23,4	148,8		
LLANOS	0	0	0	0	0	3	3	0	3	3	8	12	49	6	81	130	80	269	360	113,1	374		
POPULAR DEL CESAR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	41	57	51	51	0	63		
COLEGIO MAYOR DE CUNDINAMARCA	0	0	0	0	0	0	6	16	15	20	20	3	9	0	53	56	53,33333	51	28,8	83	0		
PACIFICO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	75	0	0	0		
ANTIOQUIA	158	351	2563	61	66	94	102	119	171	160	159	191	628	3175	3819	4712	4854	6148	6175,3	9193	7195		
ATLANTICO	0	0	0	0	0	0	0	6	6	6	11	0	15	39	0	141	139	155	82	84	0		
VALLE	498	2092	3443	18	24	17	26	39	54	69	81	88	98	1376	1833	2527	2886	3203,8	3521,6	4147,8	4644,7		
INDUSTRIAL DE SANTANDER	772	783	819	11	14	14	14	19	17	31	52	78	1096	1148	957	1004	1566	2065	2971,7	2549	3093,6		
CARTAGENA	0	0	0	0	0	0	0	0	3	6	3	41	39	58	355	398	548	841,7	1153,8	1436,9	0		
NARIÑO	0	0	0	3	3	3	3	3	3	6	17	17	0	141	118	76	129	337	105	405	389,6		
TOLIMA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	6	6	0	0	0	219	250	226	321	269	435,8		
QUINDIO	0	0	0	0	3	3	3	3	3	0	0	48	336	189	236	389	325	433	501,2	523,6	0		
UFPS_CUCUTA	0	0	0	0	0	3	3	3	3	3	3	0	57	6	54	30	41	87	93	129	0		
UFPS_OCAÑA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,9	9		
PAMPLONA	0	0	0	3	6	9	9	9	6	6	9	150	180	195	120	168	81	181	477,2	277,8	0		
MAGDALENA	0	0	0	0	0	3	3	3	6	6	6	0	81	0	255	129	124	250	224	521	0		
CUNDINAMARCA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	39	12	8	62	6	3	18	0		
SUCRE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	327	225	232,2	0		
GUAJIRA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	23	6	17	108	19,8	15	0		
DISTRITAL	0	0	2704	9	12	12	12	9	12	17	34	39	172	162	162	252	246	556	638,4	722	1173		
UNAD	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	6	9	0	0	0	0	0	90	87,6	0	82,9		

NOMBRE UNIVERSIDAD	PATENTES											MOBILIDAD DE DOCENTES									
	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011			
NACIONAL	1	1	4	6	8	12	33	20	22	660	654	825	1115	1333	1314	1494	1020	936	0	0	0
PEDAGÓGICA	0	1	1	1	1	1	0	0	0	20	51	30	42	46	51	41	55	46	0	0	0
UPTC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	22	43	59	59	72	0	0	0
CAUCA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	69	94	70	0	0	0
TECNOLOGICA DE PEREIRA	0	0	0	0	0	0	0	1	2	5	22	32	27	0	10	0	34	167	142	0	0
CALDAS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	130	124	95	0	0
CORDOBA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	4	8	0	0	0
SURCOLOMBIANA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	15	31	52	0	0	0
AMAZONIA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	0	0	0
MILITAR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	39	50	69	0	0	0
TECNOLOGICA DEL CHOCO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	7	1	0	0	0
LLANOS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	21	25	0	0	0
POPULAR DEL CESAR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	37	0	0	0	0
COLEGIO MAYOR DE CUNDINAMARCA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	4	1	0	0	0	0
PACIFICO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	1	0	0	0	0
ANTIOQUIA	0	0	0	2	2	3	4	2	10	160	173	179	148	212	273	271	162	228	0	0	0
ATLANTICO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	5	13	0	0	0
VALLE	1	1	1	1	1	1	1	0	2	251	228	236	283	300	280	301	298	285	0	0	0
INDUSTRIAL DE SANTANDER	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31	5	18	32	16	26	45	32	40	0	0	0
CARTAGENA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	84	77	0	0	0
NARIÑO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	28	34	0	0	0
TOLIMA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	48	48	0	0	0	0
QUINDIO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	3	7	6	7	7	27	70	37	0	0	0
UFPS_CUCUTA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	17	33	0	0	0
UFPS_OCAÑA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PAMPLONA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	21	0	0	0
MAGDALENA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	1	6	36	28	24	0	0	0
CUNDINAMARCA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0
SUCRE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GUAJIRA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	5	15	0	0	0
DISTRITAL	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	32	41	30	0	0	0
UNAD	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	12	83	16	0	0	0

NOMBRE UNIVERSIDAD	PRODUCCIÓN CULTURAL										ESTUDIANTES EN EXTENSIÓN									
	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011		
	NACIONAL	100	110	94	111	94	47	186	249	212	10671	12136	10773	9305	9785	8964	9010	13159	12853	
PEDAGÓGICA	8	0	1	5	35	20	30	26	4	301	686	1629	1715	1980	2185	2008	1487	1937		
UPTC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	302	204	448	360	308	106	1137	1105	1321		
CAUCA	1	1	0	1	11	6	2	3	0	219	464	427	849	890	1191	1278	1323	1434		
TECNOLOGICA DE PEREIRA	0	0	0	0	0	0	1	18	0	1709	2535	2832	3029	2740	1182	1892	2059	2287		
CALDAS	0	0	0	0	0	0	10	4	3	128	65	0	212	1023	738	1455	800	865		
CORDOBA	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	395	256		
SURCOLOMBIANA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	111	79	74	207	238	460	339	495	806		
AMAZONIA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	108	195	169	367	283	309	455	782	950		
MILITAR	0	0	0	0	0	0	2	0	2	0	0	1366	1847	1673	629	993	1383	931		
TECNOLOGICA DEL CHOCO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	105	347	754	1550	1165	422	371	1364	1201		
LLANOS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	303	447	153	280	312	272		
POPULAR DEL CESAR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	372	1256	985	1520	2287	1822	516	429	636		
COLEGIO MAYOR DE CUNDINAMARCA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1143	660	1029	722	1470	779	953	1190	1218		
PACIFICO	0	0	0	0	0	0	10	0	0	7	7	37	53	23	145	65	97	64		
ANTIOQUIA	23	4	6	18	18	14	0	3	3	5834	6642	9066	9568	10271	6553	10190	6247	11670		
ATLANTICO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	418	413	1050	2760	1146	552		
VALLE	4	7	2	3	0	2	11	8	16	129	353	265	1001	1816	3438	2642	3576	3156		
INDUSTRIAL DE SANTANDER	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1866	2140	2390	2262	2718	788	1081	1671	1922		
CARTAGENA	0	0	0	0	0	0	3	8	10	81	371	866	1891	577	935	1668	3354	3978		
NARIÑO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	115	131	102	127	187	575	409	597	1246	
TOLIMA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	224	292	342	598	1170	1016	922	806	1434		
QUINDIO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	559	585	633	1063	1314	697	439	1846	1121		
UFPS_CUCUTA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	417	501	833	1134	618	830	702	687	1824		
UFPS_OCAÑA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	49	78	0	231	190	150	228	438		
PAMPLONA	0	0	0	0	0	8	0	0	7	616	784	1084	1728	2084	1194	94	350	3135		
MAGDALENA	0	1	2	2	10	6	1	1	0	9	21	91	383	796	1279	1305	1688	1548		
CUNDINAMARCA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	50	12	202	183	226	149	149	424		
SUCRE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	631	846	630	619	406	496	753	1349	718		
GUAJIRA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	302	678	443	707	190	200	466	689	1163		
DISTRITAL	1	2	0	3	1	2	2	0	2	1603	2347	2670	3879	3222	1936	1866	1921	1767		
UNAD	0	0	6	4	2	4,8	244	0	0	0	0	0	3	318	597	839	394	1416		

NOMBRE UNIVERSIDAD	ENTIDADES CON VINCULO DE EXTENSIÓN										PRODUCTOS LICENCIADOS									
	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011		
	NACIONAL	140	131	167	131	177	285	373	315	709	0	1	1	1	1	1	1	0	9	
PEDAGÓGICA	28	20	45	46	38	7	6	7	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
UPTC	17	0	3	1	13	27	54	18	67	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
CAUCA	8	12	29	27	0	0	0	16	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
TECNOLOGICA DE PEREIRA	25	34	64	19	49	74	76	73	73	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
CALDAS	38	69	77	34	64	25	14	16	60	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
CORDOBA	5	15	19	4	4	0	0	4	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
SURCOLOMBIANA	24	2	27	38	62	62	42	10	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
AMAZONIA	22	26	32	34	92	78	0	1	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
MILITAR	3	11	12	6	22	10	13	1	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
TECNOLOGICA DEL CHOCO	11	12	9	7	8	11	38	23	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
LLANOS	1	6	2	3	2	3	4	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
POPULAR DEL CESAR	0	0	0	0	1	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
COLEGIO MAYOR DE CUNDINAMARCA	67	81	88	97	96	8	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
PACIFICO	7	8	17	17	13	13	12	6	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
ANTIOQUIA	53	93	214	215	173	209	261,6	241	544	1	1	1	2	2	3	4	4	9		
ATLANTICO	0	0	15	8	3	11	4	6	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
VALLE	8	17	24	33	38	81	6	35	93	0	0	0	0	0	0	0	3	2		
INDUSTRIAL DE SANTANDER	0	4	16	40	16	18	27	18	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
CARTAGENA	0	0	0	3	0	28	6	11	36	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
NARIÑO	5	8	32	11	20	28	37	19	64	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
TOLIMA	16	16	16	16	16	31	9	7	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
QUINDIO	18	56	44	35	8	47	36	21	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
UFPS_CUCUTA	5	8	8	3	5	2	6	5	31	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
UFPS_OCAÑA	0	0	0	1	1	1	2	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
PAMPLONA	5	2	11	53	95	101	61	30	59	0	0	0	0	3	5	7	29	39		
MAGDALENA	1	14	14	20	14	12	6	11	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
CUNDINAMARCA	0	0	0	19	19	9	41	22	69	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
SUCRE	0	25	24	15	19	15	4	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
GUAJIRA	2	27	9	28	3	20	5	2	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
DISTRITAL	7	13	43	70	71	37	15	7	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
UNAD	1	1	6	10	54	66	8	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		

NOMBRE UNIVERSIDAD	EDUCACIÓN CONTINUA										APOYOS SOCIOECONÓMICOS A ESTUDIANTES DE							
											PREGRADO							
	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
NACIONAL	98.416	56.295	126.817	102.060	88.212	57.838	27.165	1.070.300	827.193	5538	8119	10846	10271	11168	14427	13867	13775	12659
PEDAGÓGICA	745	2.424	4.193	2.136	1.093	7.524	19.913	1.196.240	779.505	680	687	1257	1198	1957	2549	2735	1626	4525
UPTC	491	10.436	7.358	3.862	6.297	11.031	1.375	275.444	1.259.761	1093	2241	2816	3193	3952	4660	4688	3736	18195
CAUCA	9.694	10.064	7.692	20.263	7.012	7.427	11.431	511.193	385.610	385	510	462	566	709	757	407	489	239
TECNOLOGICA DE PEREIRA	6.347	5.931	7.800	7.769	7.858	6.122	2.168	1.893.400	729.574	602	870	1277	1654	2216	2717	4688	2899	6589
CALDAS	2.559	1.696	3.841	7.189	7.735	13.000	6.868	858.360	611.961	635	643	661	499	720	639	2351	2305	9740
CORDOBA	3.265	3.265	3.265	3.265	1.750	1.750	-	107.040	262.112	174	475	1444	1565	1934	2001	556	1240	11782
SURCOLOMBIANA	8.364	6.555	7.930	6.492	5.054	4.970	66	436.670	409.919	404	499	559	614	476	686	429	294	1111
AMAZONIA	2.435	2.435	2.435	2.435	3.620	4.016	844	70.133	101.558	32	78	121	232	289	548	449	314	1479
MILITAR	16.182	16.182	16.182	16.182	18.492	8.113	1.543	384.391	233.987	1999	2683	4159	5609	5787	7780	7930	7575	5905
TECNOLOGICA DEL CHOCO	2.068	3.020	2.290	2.238	2.040	2.031	1.038	63.332	38.499	33	246	397	363	914	797	608	735	325
LLANOS	-	124	546	1.010	360	1.010	-	24.626	662.160	0	305	834	853	1549	2460	3518	2803	845
POPULAR DEL CESAR	1.384	1.006	1.100	697	1.828	1.050	371	55.680	662.160	0	305	834	853	1549	2460	3518	2803	845
COLEGIO MAYOR DE CUNDINAMARCA	226	624	831	1.374	2.085	1.745	694	22.703	53.380	32	95	109	95	128	231	148	195	474
PACIFICO	120	660	330	7.000	6.161	6.499	1.168	275.930	570	26	38	127	141	732	693	498	503	614
ANTIOQUIA	27.052	40.504	43.880	42.297	51.000	74.918	24.503	410.478	27.456	5613	5553	2498	7492	11435	14620	9145	7708	20467
ATLANTICO	34.254	34.254	34.254	34.254	25.694	33.928	56	413.742	289.780	55	122	162	241	426	720	1058	1662	1170
VALLE	5.132	8.633	5.356	8.486	10.323	18.249	2.447	1.891.751	718.957	7306	7306	7306	7306	7806	8458	6878	9348	42907
INDUSTRIAL DE SANTANDER	9.970	5.074	9.954	8.317	8.309	8.301	3.660	2.061.204	233.316	2408	3374	3788	4011	3896	4584	4789	4456	11834
CARTAGENA	540	540	540	688	456	3.527	847	73.473	84.276	56	168	95	679	620	255	1025	1506	6311
NARIÑO	2.034	1.937	2.785	2.249	352	554	3.358	511.750	1.128.698	390	344	483	637	760	388	286	1227	3095
TOLIMA	890	4.967	13.930	2.067	5.964	13.395	1.530	123.008	274.152	882	955	986	1113	2347	1250	1848	2767	8628
QUINDIO	3.137	1.603	2.112	9.626	10.627	19.668	3.348	1.211.273	599.712	602	870	1277	1654	2216	1919	1097	1350	3922
UFPS_CUCUTA	164	312	2.079	2.128	1.497	2.043	96	455.511	428.318	289	289	289	289	274	259	1434	1448	4428
UFPS_OCAÑA	677	677	677	677	550	176	70	25.562	11.910	17	25	39	58	67	182	124	77	727
PAMPLONA	484	1.300	1.938	5.575	12.081	7.285	1.629	155.796	248.040	118	570	810	1139	15261	10215	11805	9073	9742
MAGDALENA	418	2.385	3.539	11.147	10.409	25.982	6.656	1.278.188	669.631	1107	2719	3484	3024	3914	4646	13631	5401	15561
CUNDINAMARCA	604	604	604	604	1.088	3.111	5.693	14.160	96.464	269	430	295	360	429	770	651	479	846
SUCRE	2.284	2.284	2.284	2.284	1.888	2.802	637	103.320	77.880	129	236	293	409	473	388	391	564	1321
GUAJIRA	8.678	8.678	8.678	8.678	18.302	13.263	59	181.536	369.350	164	165	305	305	411	340	79	494	860
DISTRITAL	12.795	12.795	12.795	9.795	6.382	22.208	26.991	1.964.240	2.383.032	157	226	506	1617	3179	5365	1976	3396	6527
UNAD	2.485	2.485	2.485	2.485	2.485	13.427	4.534	4.170.216	8.140.701	4	33	892	1703	1724	2979	16152	14772	385

NOMBRE UNIVERSIDAD	APOYOS SOCIOECONÓMICOS A ESTUDIANTES DE										NÚMERO DE ESTUDIANTES RETENIDOS					
											POSGRADO					
	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2006	2007	2008	2009	2010	2011	
NACIONAL	536	1974	4320	8001	9747	15577	17532	12477	3348	66077	68349	70404	68085	70528	43874,908	
PEDAGÓGICA	12	80	64	90	141	63	13	8	55	10402	11423	11759	11854	11075	9331,8462	
UPTC	55	202	209	157	202	731	420	149	99	30064	29766	32244	30657	29649	22961,5712	
CAUCA	60	39	90	121	83	143	334	196	75	20253	18977	19860	19852	21172	12071,366	
TECNOLOGICA DE PEREIRA	144	130	96	212	314	407	472	736	214	18477	20540	21913	23730	27270	13641,8572	
CALDAS	0	0	0	0	0	216	246	178	476	16140	18117	17264	17956	17126	10791,4608	
CORDOBA	90	118	90	131	136	0	146	0	0	15868	15739	16142	16437	15942	9782,2596	
SURCOLOMBIANA	7	25	37	82	88	136	180	28	8	9753	10713	11236	11962	11999	8479,4832	
AMAZONIA	0	8	11	9	17	141	144	134	114	7440	7630	8232	8644	8714	6073,5696	
MILITAR	0	47	233	514	703	827	2028	2272	1117	10140	10541	12035	13007	14067	10507,3199	
TECNOLOGICA DEL CHOCO	0	0	3	7	1	0	0	17	1	9106	10147	10969	12204	14630	9755,722	
LLANOS	0	0	0	0	0	0	0	13	128	7401	7795	7807	7916	8301	5333,626	
POPULAR DEL CESAR	0	0	0	0	0	0	248	0	0	15344	16353	17965	17983	18649	12065,8152	
COLEGIO MAYOR DE CUNDINAMARCA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5259	5510	5180	5132	5094	4460,7459	
PACIFICO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2227	3046	3479	3820	3886	1798,9108	
ANTIOQUIA	1696	2106	2498	3455	7463	6985	6707	6388	1069	53292	53295	53851	55389	55312	31747,689	
ATLANTICO	3	7	13	36	22	22	22	17	131	16578	16722	17072	17809	19508	12616,8174	
VALLE	3434	3434	3434	3434	4231	4150	4806	5663	5007	37520	40097	41339	39500	38968	26652,78	
INDUSTRIAL DE SANTANDER	466	560	723	736	659	674	885	985	116	30322	31322	32992	33754	35564	20362,971	
CARTAGENA	36	21	8	7	7	0	496	180	173	11807	7988	13520	15298	15976	12070,905	
NARIÑO	93	112	92	235	288	194	137	39	48	13989	15259	13784	13560	13165	7069,2862	
TOLIMA	4	0	14	29	21	58	49	58	17	21344	26308	26910	19822	31339	25726,272	
QUINDIO	144	130	96	212	314	53	93	21	10	11972	12809	14073	13697	15263	11357,73	
UFPS_CUCUTA	0	0	0	0	0	0	82	0	0	20859	20128	22687	24826	27008	17861,5369	
UFPS_OCAÑA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3266	3591	3615	3861	5434	3179,064	
PAMPLONA	291	291	291	291	291	446	0	63	172	34356	36132	34458	35126	31506	27086,696	
MAGDALENA	3	5	5	9	16	69	307	344	234	12974	14748	16375	17452	18144	12947,0992	
CUNDINAMARCA	0	0	0	0	0	0	21	0	239	12400	11956	12778	13889	12287	7265,4372	
SUCRE	0	0	0	12	19	54	27	23	0	6456	6874	7271	7504	8860	4230,7836	
GUAJIRA	0	0	0	0	0	0	133	325	145	8367	8058	7664	9141	8212	6289,821	
DISTRITAL	0	0	0	1	2	24	162	201	741	41484	41022	42073	40739	49464	25890,27	
UNAD	0	0	0	0	0	1540	1105	1173	377	26823	38482	40798	44995	36817	34741,5552	

NOMBRE UNIVERSIDAD	ESTUDIANTES APROBARON EL 80% MATERIAS	ESTUDIANTES APOYADOS EN ACTIVIDADES DE SALUD, DEPORTE Y CULTURA 2011		
	2001	SALUD	DEPORTE	CULTURAL
NACIONAL	16316	31604	2833	3631
PEDAGÓGICA	8956	5729	171	2131
UPTC	11170	2603	5378	5548
CAUCA	7646	6697	765	135
TECNOLOGICA DE PEREIRA	8980	1606	3197	479
CALDAS	11008	13703	2261	5
CORDOBA	7156	10404	1230	423
SURCOLOMBIANA	6351	5045	3630	863
AMAZONIA	4903	1233	219	41
MILITAR	7036	5050	2172	566
TECNOLOGICA DEL CHOCO	5915	1321	436	932
LLANOS	4468	2762	1863	806
POPULAR DEL CESAR	7791	1501	934	535
COLEGIO MAYOR DE CUNDINAMARCA	4359	404	398	451
PACIFICO	1352	2358	1896	109
ANTIOQUIA	21526	31722	6258	372
ATLANTICO	11033	5898	760	402
VALLE	18308	7067	3261	730
INDUSTRIAL DE SANTANDER	13484	12303	3689	244
CARTAGENA	10823	41	580	409
NARIÑO	6561	1471	3939	267
TOLIMA	15678	1819	1510	96
QUINDIO	10323	7056	2447	1595
UFPS_CUCUTA	11173	7125	2294	255
UFPS_OCAÑA	2086	4449	1096	329
PAMPLONA	24074	3607	1436	167
MAGDALENA	13527	5409	2023	1070
CUNDINAMARCA	1352	226	4122	1408
SUCRE	2788	1112	76	106
GUAJIRA	6692	3804	204	303
DISTRITAL	15832	2146	682	132
UNAD	43961	1530	2072	2780

Fuente: Ministerio de Hacienda y Crédito Público. Dirección General de Presupuesto Nacional-Subdirección de Desarrollo Social.

7.1.1. Visión crítica de los indicadores SUE. Han sido numerosas las críticas hechas a los indicadores considerados por el modelo SUE para medir el desempeño de las universidades públicas. Se han escuchado voces como que preferencia las variables que tienen que ver con cobertura y no con calidad, otorgando más peso a estas características. Así mismo que existen universidades de reconocida producción investigativa que no aparecen bien rankeadas.

Esta y otras manifestaciones, generan duda sobre si realmente el modelo SUE mide la eficiencia de las Universidades o solo las ubica en un diagrama de dispersión de acuerdo con un análisis multivariado del sistema educativo.

De los estudios realizados al modelo SUE para establecer su eficiencia, el de un grupo de investigación de la Universidad Tecnológica de Pereira (UTP) permitió

evidenciar algunas de sus debilidades, en atención a que lo examinó utilizando el método de Análisis Envolvente de Datos (DEA).

DEA es una herramienta de análisis económico cuantitativo válida para estudiar el desempeño de unidades productivas, sectores y países que procura constituirse en un instrumento superador del tradicional enfoque basado en el simple cálculo de indicadores de productividad parcial, ya que posee la ventaja de facilitar un tratamiento multidimensional, tanto del lado del espacio de los insumos o factores como el de los productos con que se trabaje, sin que ello implique la necesidad de sistematizar y procesar múltiples indicadores entrecruzados. El análisis envolvente de datos brinda una perspectiva sistémica e integrada para estudiar, en forma comparada, el desempeño de las unidades de producción bajo análisis. Véase más en: <http://www.cepal.org/cgi-bin/get>.

Las conclusiones ofrecidas por los académicos de la UTP mostraron que “dada las inconsistencias que presenta el enfoque del modelo SUE, (al sobreestimar para algunas universidades su desempeño, por ejemplo el caso FPS Ocaña), además de presentar este enfoque(SUE) una mayor pérdida de la variabilidad de la información contenida en los datos originales que la que conlleva la aplicación del enfoque DEA, de lo anterior se puede inferir que este es el más adecuado para valorar las eficiencias de las Universidades con respecto al factor de producción”.²¹

A partir de ese momento, el modelo elaborado por el SUE ha sido sometido a constante revisión y evaluación de sus indicadores y se le han aplicado reformas, hasta obtener el modelo que actualmente se aplica para la evaluación de las Universidades públicas.

El profesor Martínez Collantes agregó que, en esencia, “el sistema de análisis de los indicadores que nosotros planteamos no pretende comparar las universidades grandes con las universidades pequeñas, no. Lo que pretende es mostrar cuál es el desempeño de una universidad de acuerdo con su capacidad”.

Otra fuerte crítica al modelo SUE, fue descrita por el profesor Garzón Gaitán de la Universidad Nacional de Colombia, advirtiendo de la extralimitación de funciones del MEN en el sistema, sobre todo en el tema de los indicadores, pues el propio SUE y las propias universidades lo diseñaron, lo aceptaron y participaron en su conceptualización y después el Ministerio lo hizo suyo”; agrega el académico que este menoscabo de autonomía en el manejo de estos datos puede acarrear la

²¹SOTO MEJÍA, José A., ARENAS VALENCIA, Wilson y TREJOS C., Álvaro A. La producción académica como uno de los indicadores del desempeño de las universidades públicas colombianas desde la perspectiva del Análisis Envolvente de Datos. En: Scientia Et Technica, Vol. XI, N° 28, Universidad Tecnológica de Pereira, octubre de 2005, p. 114.

pérdida del norte en el proceso de mostrar el desempeño de las universidades y puede orientar la misión del sistema hacia acciones para las cuales no fue creado, como satisfacer las necesidades y prioridades del gobierno²². Se ha pedido la dinámica del control del desarrollo del instrumento y puede no corresponder a lo que las universidades quieren mirar, sino a un interés mucho más general que obviamente depende de la coyuntura”.

Esta intromisión, según explica el exrector de la Universidad Nacional de Colombia, supuso una “política determinada sobre la universidad pública: la de unos indicadores muy simples, como el aumento puramente cuantitativo de la cobertura para definir la distribución de presupuesto usando una división de cuánto cuesta un alumno, dividiendo el número de recursos por el número de estudiantes a atender. Un simplismo que desconoce las funciones que no son únicamente docentes de la universidad, sino las del camino de la investigación y la extensión”.

Retomando el estudio realizado por la Universidad Tecnológica de Pereira en el año 2004, las críticas al modelo más significativas, estuvieron dirigidas a los coeficientes de ponderación, a la selección de variables y al modelo de la caja negra²³.

A continuación se presenta de manera resumida algunos comentarios al respecto:

7.1.1.1 Sobre los coeficientes de ponderación. Cada uno de los componentes principales ICAD, IRFORM e IRPROD, incluida en el modelo, está conformada por una particular combinación lineal de las variables, ponderadas cada una de ellas por los coeficientes a_{ij} , donde, los coeficientes a_{ij} en cada combinación lineal representan el peso (importancia de cada variable original en la definición de la componente principal). Se argumenta que esta determinación matemática, aunque coherente, limita la autonomía universitaria en el sentido de no permitir a la administración universitaria, direccionar la política de la institución hacia el tipo de universidad que quiera propender. Por ejemplo, una universidad direccionándose fuertemente a la investigación, (en contraposición a una universidad enfocándose más a la profesionalización), quisiera que se diese mayor peso a los coeficientes a_{ij} asociado con las variables proyectos de investigación y número de grupos de investigación. Mientras que una universidad más orientada a la profesionalización estaría interesada que se diese mayor peso a las variables: número total de estudiantes, número total de programas y número total de graduados. Consistente con el anterior juicio se argumenta que los pesos

²²UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA. Claves para el debate público. Sistema Universitario Estatal (SUE). El dilema entre los intereses colectivos de las Universidades y los del Gobierno de Turno. Bogotá, Colombia, Octubre de 2010, número 41.

²³UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA. Taller de indicadores de eficiencia y su uso como tablero de mando. Pereira. 2004.

datos a cada variable deberían ser el resultado de un consenso entre universidades.

Con respecto a este argumento se considera, que el establecimiento de estos pesos como resultado de un consenso (decisión macada por la objetividad), podría conducir que la decisión sobre la importancia (peso de los a_{ij}) dada a cada uno de los factores (variables originales) pudiese estar marcadamente influenciada por quien (es) políticamente sea(n) más fuerte(s) en el momento de tomar la decisión y en ese sentido, potencial generador de inconformidad en los otros dada la subjetividad del método.

Además, se argumenta que al separar en el modelo SUE los resultados de formación (regresión lineal entre el índice de formación – IR Formación y el índice de capacidad- ICAD), y los resultados de producción investigativa (regresión lineal entre el índice de producción – IR producción- y el Índice de capacidad- ICAD), no se obliga a que las universidades avancen en forma equilibrada en sus tres funciones de docencia, investigación y extensión. En ese sentido se argumenta que el Índice de desempeño debería ser solo uno que contemple dentro de él, la evaluación de las funciones universitarias mencionadas.

En un primer análisis parecen ser estas tres posiciones irreconciliables: la obtención de los pesos de ponderación como resultado de una técnica matemática (componentes principales), versus 2) la obtención subjetiva de pesos de ponderación y 3) la obtención de un solo índice de desempeño (no separar el índice de producción IR Producción- del Índice de formación – IR Formación).

El análisis de los indicadores a través de árboles de decisión, que presenta esta investigación, concilia ambos enfoques.

7.1.1.2. Sobre las variables. Se argumenta que el análisis y evaluación de un sistema tan dinámico y complejo como lo es la Universidad, amerita un modelo más complejo que incluya más de las 11 variables presentes en el modelo SUE. Por ejemplo, la componente ICAD no contempla ninguna variable que represente el personal administrativo. Por esto, se considera que las variables fueron seleccionadas de acuerdo con los criterios de importancia de quienes las seleccionaron para la medición del desempeño de las universidades. Además, existen técnicas matemáticas multivariadas (objetivas) como el análisis de correlación canónica y el análisis de conglomerados (clúster), que bien podrían gozar de la escogencia de entre un grupo numeroso de variables que describen diferentes elementos del desempeño universitario, de subgrupos de variables pertinentes para medir diferentes aspectos del mismo desempeño universitario. Así el modelo podría dinamizarse y enriquecerse con la definición e inclusión de nuevas variables.

7.1.1.3. Modelo de caja negra. Este modelo resulta inconveniente para evaluar desempeño: debe conocerse su estructura y funcionamiento para que pueda ser utilizado como guía en la toma de decisiones estratégicas. El modelo debe medir calidad y en ese sentido, es claro que el modelo que se utilice para evaluar el desempeño de las universidades, debe ser presentado a cada universidad del sistema universitario estatal.

7.2. RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DEL APRENDIZAJE AUTOMÁTICO CON ÁRBOLES DE DECISIÓN AL ESTUDIO DE LAS VARIABLES DEL MODELO DE INDICADORES DE GESTIÓN DE LAS UNIVERSIDADES PÚBLICAS

La aplicación de Árboles de Decisión al estudio de las variables del modelo de indicadores de gestión de las Universidades públicas, arrojó los resultados que se presentan a continuación:

7.2.1 Recorrido de los Indicadores. Los siguientes:

1. Se incluyó los indicadores de Saber Pro Ingles y Graduados en el Mercado Laboral 2007.
2. Se incluyó el Indicador SABER PRO QUINTIL SUPERIOR en el 2011.
3. Se incluyó el Indicador NÚMERO DE ESTUDIANTES RETENIDOS en el 2006.
4. Se incluyeron Estudiantes Apoyados en Actividades de Salud, Deporte y Cultura 2011.
5. Estudiantes que Aprobaron el 80% Materias -2001.

PTCE: profesores tiempo completo equivalente

GEPA: gasto en personal administrativo

RFIN: recursos financieros

RFIS: recursos físicos

PPRE: programas de pregrado

PPOS: programas de postgrado

MPRE: matrícula pregrado

MPOS: matrícula postgrado

MPPA: matrícula pregrado en programas acreditados

MPCu: matrícula primer curso

GPRE: graduados pregrado

GPOS: graduados posgrado

GRMD: graduados en maestría y doctorado

SPRI: saber pro Inglés

GRML: graduados en el mercado laboral.

MVEC: movilidad de estudiantes colombianos.

MVEE: movilidad de estudiantes extranjeros.

SPQS: saber pro quintil superior

REVI: revistas indexadas

ARTI: artículos en revistas indexadas
 PATT: patentes
 MVDC: movilidad docentes
 PRCU: producción cultural
 ESEX: estudiantes en extensión
 ENVE: entidades con vínculo de extensión
 PRLI: productos licenciados
 EDCN: educación continua
 APEPRE: apoyo socioeconómicos a estudiantes de pregrado
 APEPOS: apoyo socioeconómicos a estudiantes de posgrado
 NERE: número de estudiantes retenidos.
 CLSI: clasificación

ENSAYOS

Problema con nivel 4 y P=5

Clases

- 0. clase[0]= S
- clase[1]= P
- Positivo: P

Árbol resultante basado en criterio de proporción

```

[] (-/-) MVDC_C
  [<= 83.5] (32/245) GPRE_C
    [> 8.0] (28/240) GEPA_C
      [<= 19645097.0] (20/222) RFIN_C
        [> 1694074.0] (18/218) S
          [<= 1694074.0] (2/4) P
            [> 19645097.0] (8/18) ESEX_C
              [<= 2201.0] (5/15) S
                [> 2201.0] (3/3) P
            [<= 8.0] (4/5) APEPRE_C
              [<= 32.0] (0/1) S
                [> 32.0] (4/4) P
          [> 83.5] (18/34) MPRE_C
            [<= 40173.5] (18/28) APEPRE_C
              [<= 17543.5] (18/26) ARTI_C
                [> 82.0] (18/24) P
                  [<= 82.0] (0/2) S
                    [> 17543.5] (0/2) S
                [> 40173.5] (0/6) S
  
```

Reglas de decisión generadas

Regla 1:

Si MVDC_C es \leq 83.5
y GPRE_C es $>$ 8.0
y GEPA_C es \leq 19645097.0
y RFIN_C es \leq 1694074.0
entonces ranking \rightarrow P

Regla 2:

Si MVDC_C es \leq 83.5
y GPRE_C es $>$ 8.0
y GEPA_C es $>$ 19645097.0
y ESEX_C es $>$ 2201.0
entonces ranking \rightarrow P

Regla 3:

Si MVDC_C es \leq 83.5
y GPRE_C es \leq 8.0
y APEPRE_C es $>$ 32.0
entonces ranking \rightarrow P

Regla 4:

Si MVDC_C es $>$ 83.5
y MPRE_C es \leq 40173.5
y APEPRE_C es \leq 17543.5
y ARTI_C es $>$ 82.0
entonces ranking \rightarrow P

Función clasificadora generada

function

clasifica(\$PTCE,\$GEPA,\$RFIN,\$RFIS,\$PPRE,\$PPOS,\$MPRE,\$MPOS,\$MPPA,\$MPCU,\$GPRE,\$GPOS,\$GRMD,\$SPRI,\$GRML,\$MVEC,\$MVEE,\$REVI,\$ARTI,\$PATT,\$MVDC,\$PRCU,\$ESEX,\$ENVE,\$PRLI,\$EDCN,\$APEPRE,\$APEPOS,\$NERE) {

\$ranking="S";

if (\$MVDC \leq 83.5

&& \$GPRE $>$ 8.0

&& \$GEPA \leq 19645097.0

&& \$RFIN \leq 1694074.0

) \$ranking=P;

if (\$MVDC \leq 83.5

&& \$GPRE $>$ 8.0

&& \$GEPA $>$ 19645097.0

&& \$ESEX $>$ 2201.0

) \$ranking=P;

if (\$MVDC \leq 83.5

&& \$GPRE \leq 8.0

&& \$APEPRE $>$ 32.0

```

) $ranking=P;
if ( $MVDC > 83.5
&& $MPRE <= 40173.5
&& $APEPRE <= 17543.5
&& $ARTI > 82.0
) $ranking=P;
return ($ranking);
}

```

Prueba contra los datos de entrenamiento

Total casos: 279
Casos acertados: 248
Porcentaje error: 11.11%
Problema con nivel 3 y P=5

Clases

- clase[0]= S
 - clase[1]= P
- Positivo: P

Árbol resultante basado en criterio de proporción

```

[] (-/-) MVDC_C
  [<= 83.5] (32/245) GPRE_C
    [> 8.0] (28/240) S
    [<= 8.0] (4/5) APEPRE_C
      [<= 32.0] (0/1) S
      [> 32.0] (4/4) P
  [> 83.5] (18/34) MPRE_C
    [<= 40173.5] (18/28) APEPRE_C
      [<= 17543.5] (18/26) P
      [> 17543.5] (0/2) S
    [> 40173.5] (0/6) S

```

Reglas de decisión generadas

Regla 1:

Si MVDC_C es <= 83.5
y GPRE_C es <= 8.0
y APEPRE_C es > 32.0
entonces ranking -> P

Regla 2:

Si MVDC_C es > 83.5
y MPRE_C es <= 40173.5
y APEPRE_C es <= 17543.5
entonces ranking -> P

Función clasificadora generada

```
functionclasifica($PTCE,$GEPA,$RFIN,$RFIS,$PPRE,$PPOS,$MPRE,$MPOS,$MPPA,$MPCU,$
GPRES,$GPOS,$GRMD,$SPRI,$GRML,$MVEC,$MVEE,$REVI,$ARTI,$PATT,$MVDC,$PRCU,
$ESEX,$ENVE,$PRLI,$EDCN,$APEPRE,$APEPOS,$NERE) {
$ranking="S";
if ( $MVDC <= 83.5
&& $GPRES <= 8.0
&& $APEPRE > 32.0
) $ranking=P;
if ( $MVDC > 83.5
&& $MPRE <= 40173.5
&& $APEPRE <= 17543.5
) $ranking=P;
return($ranking);
}
```

Prueba contra los datos de entrenamiento

Total casos: 279
Casos acertados: 243
Porcentaje error: 12.90%

Problema con nivel 3 y P=5 evaluando 2011

Clases

- clase[0]=S
 - clase[1]=P
- Positivo: P

Árbol resultante basado en criterio de proporción

```
[] (-/-) ENVE_C
  [<= 251.5] (41/244) PPRE_C
    [<= 129.0] (33/232) GPRES_C
      [> 8.0] (29/226) S
      [<= 8.0] (4/6) P
    [> 129.0] (8/12) EDCN_C
      [<= 242698.0] (8/10) P
      [> 242698.0] (0/2) S
  [> 251.5] (4/4) P
```

Reglas de decisión generadas

Regla 1:

Si ENVE_C es <= 251.5
y PPRE_C es <= 129.0
y GPRES_C es <= 8.0
entonces ranking -> P

Regla 2:

Si ENVE_C es ≤ 251.5
y PPRE_C es > 129.0
y EDCN_C es ≤ 242698.0
entonces ranking $\rightarrow P$

Regla 3:

Si ENVE_C es > 251.5
entonces ranking $\rightarrow P$

Función clasificadora generada

función

```
clasifica($PTCE,$GEPa,$RFIN,$RFIS,$PPRE,$PPOS,$MPRE,$MPOS,$MPPA,$MPCU,$GPPE,$
GPOS,$GRMD,$SPRI,$GRML,$MVEC,$MVEE,$REVI,$ARTI,$PATT,$MVDC,$PRCU,$ESEX,
$ENVE,$PRLI,$EDCN,$APEPRE,$APEPOS,$NERE) {
$ranking="S";
if ( $ENVE  $\leq 251.5$ 
&& $PPRE  $\leq 129.0$ 
&& $GPPE  $\leq 8.0$ 
) $ranking=P;
if ( $ENVE  $\leq 251.5$ 
&& $PPRE  $> 129.0$ 
&& $EDCN  $\leq 242698.0$ 
) $ranking=P;
if ( $ENVE  $> 251.5$ 
) $ranking=P;
return($ranking);
}
```

Prueba contra los datos de entrenamiento

Total casos: 248

Casos acertados: 215

Porcentaje error: 13.31%

Prueba contra datos nuevos

Total casos: 31

Casos acertados: 24

Porcentaje error: 22.58%

Problema con nivel 3 y P=3 evaluando 2011

Clases

- clase[0]=N
 - clase[1]=P
- Positivo: P

Árbol resultante basado en criterio de proporción

```
[] (-/-) SPRI_C
    [<= 491.5] (24/245) ARTI_C
        [<= 487.0] (7/195) N
        [> 487.0] (17/50) GEPA_C
            [> 5930006.5] (15/48) N
            [<= 5930006.5] (2/2) P
    [> 491.5] (3/3) P
```

Reglas de decisión generadas

Regla 1:

```
Si SPRI_C es <= 491.5
y ARTI_C es > 487.0
y GEPA_C es <= 5930006.5
entonces ranking -> P
```

Regla 2:

```
Si SPRI_C es > 491.5
entonces ranking -> P
```

Función clasificadora generada

función

```
clasifica($PTCE,$GEPA,$RFIN,$RFIS,$PPRE,$PPOS,$MPRE,$MPOS,$MPPA,$MPCU,$GPRE,$
GPOS,$GRMD,$SPRI,$GRML,$MVEC,$MVEE,$REVI,$ARTI,$PATT,$MVDC,$PRCU,$ESEX,
$ENVE,$PRLI,$EDCN,$APEPRE,$APEPOS,$NERE) {
$ranking="N";
if ( $SPRI <= 491.5
&& $ARTI > 487.0
&& $GEPA <= 5930006.5
) $ranking=P;
if ( $SPRI > 491.5
) $ranking=P;
return($ranking);
}
```

Prueba contra los datos de entrenamiento

Total casos: 248

Casos acertados: 226

Porcentaje error: 8.87%

Prueba contra datos nuevos

Total casos: 31

Casos acertados: 24

Porcentaje error: 22.58%

Problema con nivel 4 y P=3 evaluando 2011

Clases

- clase[0]=N
 - clase[1]=P
- Positivo: P

Árbol resultante basado en criterio de proporción

```
[] (-/-) SPRI_C
  [<= 491.5] (24/245) ARTI_C
    [<= 487.0] (7/195) MVEC_C
      [<= 90.0] (6/193) N
      [> 90.0] (1/2) NERE_C
        [<= 15032.0] (0/1) N
        [> 15032.0] (1/1) P
    [> 487.0] (17/50) GEPA_C
      [> 5930006.5] (15/48) N
      [<= 5930006.5] (2/2) P
  [> 491.5] (3/3) P
```

Reglas de decisión generadas

Regla 1:

Si SPRI_C es ≤ 491.5
y ARTI_C es ≤ 487.0
y MVEC_C es > 90.0
y NERE_C es > 15032.0
entonces ranking $\rightarrow P$

Regla 2:

Si SPRI_C es ≤ 491.5
y ARTI_C es > 487.0
y GEPA_C es ≤ 5930006.5
entonces ranking $\rightarrow P$

Regla 3:

Si SPRI_C es > 491.5
entonces ranking $\rightarrow P$

Función clasificadora generada

function

```
clasifica($PTCE,$GEPA,$RFIN,$RFIS,$PPRE,$PPOS,$MPRE,$MPOS,$MPPA,$MPCU,$GPRES,$GPOS,$GRMD,$SPRI,$GRML,$MVEC,$MVEE,$REVI,$ARTI,$PATT,$MVDC,$PRCU,$ESEX,$ENVE,$PRLI,$EDCN,$APEPRE,$APEPOS,$NERE) {
  $ranking="N";
  if ( $SPRI  $\leq 491.5$ 
    && $ARTI  $\leq 487.0$ 
```



```

&& $MVEC > 90.0
&& $NERE > 15032.0
  ) $ranking=P;
if ( $SPRI <= 491.5
&& $ARTI > 487.0
&& $GEPA <= 5930006.5
  ) $ranking=P;
if ( $SPRI > 491.5
  ) $ranking=P;
return($ranking);
}

```

Prueba contra los datos de entrenamiento

Total casos: 248
Casos acertados: 227
Porcentaje error: 8.47%

Prueba contra datos nuevos

Total casos: 31
Casos acertados: 24
Porcentaje error: 22.58%

ELIMINANDO NERE GRADUADOS EN EL MERCADO LABORAL SABERPRO INGLES

Problema con nivel 4 y P=3 evaluando 2011

Clases

- clase[0]=N
 - clase[1]=P
- Positivo: P

Árbol resultante basado en criterio de proporción

```

[] (-/-) ARTI_C
  [<= 487.0] (7/195) MVEC_C
    [<= 90.0] (6/193) MPRE_C
      [> 1119.5] (5/191) N
      [<= 1119.5] (1/2) APEPRE_C
        [<= 32.0] (0/1) N
        [> 32.0] (1/1) P
    [> 90.0] (1/2) APEPOS_C
      [> 1131.5] (0/1) N
      [<= 1131.5] (1/1) P
  [> 487.0] (20/53) PRCU_C

```

```

[<= 148.5] (18/51) GPOS_C
  [<= 739.0] (18/41) RFIN_C
    [> 14328430.0] (18/34) P
    [<= 14328430.0] (0/7) N
  [> 739.0] (0/10) N
[> 148.5] (2/2) P

```

Reglas de decisión generadas

Regla 1:

```

Si ARTI_C es <= 487.0
y MVEC_C es <= 90.0
y MPRE_C es <= 1119.5
y APEPRE_C es > 32.0
entonces ranking -> P

```

Regla 2:

```

Si ARTI_C es <= 487.0
y MVEC_C es > 90.0
y APEPOS_C es <= 1131.5
entonces ranking -> P

```

Regla 3:

```

Si ARTI_C es > 487.0
y PRCU_C es <= 148.5
y GPOS_C es <= 739.0
y RFIN_C es > 14328430.0
entonces ranking -> P

```

Regla 4:

```

Si ARTI_C es > 487.0
y PRCU_C es > 148.5
entonces ranking -> P

```

Función clasificadora generada

```

function
clasifica($PTCE,$GEPA,$RFIN,$RFIS,$PPRE,$PPOS,$MPRE,$MPOS,$MPPA,$MPCU,$GPRES,$
GPOS,$GRMD,$MVEC,$MVEE,$REVI,$ARTI,$PATT,$MVDC,$PRCU,$SESEX,$ENVE,$PRLI,$
EDCN,$APEPRE,$APEPOS) {
$ranking="N";
if ( $ARTI <= 487.0
&& $MVEC <= 90.0
&& $MPRE <= 1119.5
&& $APEPRE > 32.0
) $ranking=P;
if ( $ARTI <= 487.0
&& $MVEC > 90.0
&& $APEPOS <= 1131.5
) $ranking=P;
}

```

```

if ( $ARTI > 487.0
  && $PRCU <= 148.5
  && $GPOS <= 739.0
  && $RFIN > 14328430.0
  ) $ranking=P;
if ( $ARTI > 487.0
  && $PRCU > 148.5
  ) $ranking=P;
return($ranking);
}

```

Prueba contra los datos de entrenamiento

Total casos: 248
 Casos acertados: 227
 Porcentaje error: 8.47%

Prueba contra datos nuevos

Total casos: 31
 Casos acertados: 23
 Porcentaje error: 25.81%

ELIMINANDO NERE GRADUADOS EN EL MERCADO LABORAL SABERPRO INGLES Problema con nivel 3 y P=3 evaluando 2011

Clases

- clase[0]=N
 - clase[1]=P
- Positivo: P

Árbol resultante basado en criterio de proporción

```

[] (-/-) ARTI_C
  [<= 487.0] (7/195) MVEC_C
    [<= 90.0] (6/193) N
    [> 90.0] (1/2) APEPOS_C
      [> 1131.5] (0/1) N
      [<= 1131.5] (1/1) P
  [> 487.0] (20/53) PRCU_C
    [<= 148.5] (18/51) N
    [> 148.5] (2/2) P

```

Reglas de decisión generadas

Regla 1:
 Si ARTI_C es <= 487.0
 y MVEC_C es > 90.0

y APEPOS_C es <= 1131.5
entonces ranking -> P

Regla 2:

Si ARTI_C es > 487.0
y PRCU_C es > 148.5
entonces ranking -> P

Función clasificadora generada

```
function
clasifica($PTCE,$GEPa,$RFIN,$RFIS,$PPRE,$PPOS,$MPRE,$MPOS,$MPPA,$MPCU,$GPPE,$
GPOS,$GRMD,$MVEC,$MVEE,$REVI,$ARTI,$PATT,$MVDC,$PRCU,$ESEX,$ENVE,$PRLI,$
EDCN,$APEPRE,$APEPOS) {
$ranking="N";
if ( $ARTI <= 487.0
&& $MVEC > 90.0
&& $APEPOS <= 1131.5
) $ranking=P;
if ( $ARTI > 487.0
&& $PRCU > 148.5
) $ranking=P;
return($ranking);
}
```

Prueba contra los datos de entrenamiento

Total casos: 248
Casos acertados: 224
Porcentaje error: 9.68%

Prueba contra datos nuevos

Total casos: 31
Casos acertados: 27
Porcentaje error: 12.90%

Problema con nivel 3 y P=3 evaluando 2011 sin años 2003 2004 2005 y 2006

Clases

- clase[0]=N
 - clase[1]=P
- Positivo: P

Árbol resultante basado en criterio de proporción

```
[] (-/-) GPOS_C
  [<= 2178.5] (10/122) PPOS_C
    [<= 29.5] (0/90) N
    [> 29.5] (10/32) ESEX_C
```

[> 9987.5] (2/2) P
[<= 9987.5] (8/30) N
[> 2178.5] (2/2) P

Reglas de decisión generadas

Regla 1:

Si GPOS_C es <= 2178.5
y PPOS_C es > 29.5
y ESEX_C es > 9987.5
entonces ranking -> P

Regla 2:

Si GPOS_C es > 2178.5
entonces ranking -> P

Función clasificadora generada

```
function
clasifica($PTCE,$GEPa,$RFIN,$RFIS,$PPRE,$PPOS,$MPRE,$MPOS,$MPPA,$MPCU,$GPPE,$
GPOS,$GRMD,$MVEC,$MVEE,$REVI,$ARTI,$PATT,$MVDC,$PRCU,$ESEX,$ENVE,$PRLI,$
EDCN,$APEPRE,$APEPOS,$SPRI,$GRML,$NERE) {
$ranking="N";
if ( $GPOS <= 2178.5
&& $PPOS > 29.5
&& $ESEX > 9987.5
) $ranking=P;
if ( $GPOS > 2178.5
) $ranking=P;
return($ranking);
}
```

Prueba contra los datos de entrenamiento

Total casos: 124
Casos acertados: 116
Porcentaje error: 6.45%

Prueba contra datos nuevos

Total casos: 31
Casos acertados: 26
Porcentaje error: 16.13%

Problema con nivel 12 y P=3 evaluando 2011 sin años 2003 2004 2005 y 2006

Clases

- clase[0]=N
 - clase[1]=P
- Positivo: P

Árbol resultante basado en criterio de proporción

```
[] (-/-) GPOS_C
    [<= 2178.5] (10/122) PPOS_C
        [<= 29.5] (0/90) N
        [> 29.5] (10/32) ESEX_C
            [> 9987.5] (2/2) P
            [<= 9987.5] (8/30) GPRE_C
                [<= 2139.5] (8/20) NERE_C
                    [> 16551.0] (8/12) GRML_C
                        [<= 2488.0] (8/10) MPCU_C
                            [> 2680.5] (8/8) P
                            [<= 2680.5] (0/2) N
                                [> 2488.0] (0/2) N
                                [<= 16551.0] (0/8) N
                                [> 2139.5] (0/10) N
                [> 2178.5] (2/2) P
```

Reglas de decisión generadas

Regla 1:

Si GPOS_C es <= 2178.5
y PPOS_C es > 29.5
y ESEX_C es > 9987.5
entonces ranking -> P

Regla 2:

Si GPOS_C es <= 2178.5
y PPOS_C es > 29.5
y ESEX_C es <= 9987.5
y GPRE_C es <= 2139.5
y NERE_C es > 16551.0
y GRML_C es <= 2488.0
y MPCU_C es > 2680.5
entonces ranking -> P

Regla 3:

Si GPOS_C es > 2178.5
entonces ranking -> P

Función clasificadora generada

```
function
clasifica($PTCE,$GEPa,$RFIN,$RFIS,$PPRE,$PPOS,$MPRE,$MPOS,$MPPA,$MPCU,$GPRE,$
GPOS,$GRMD,$MVEC,$MVEE,$REVI,$ARTI,$PATT,$MVDC,$PRCU,$ESEX,$ENVE,$PRLI,$
EDCN,$APEPRE,$APEPOS,$SPRI,$GRML,$NERE) {
$ranking="N";
if ( $GPOS <= 2178.5
&& $PPOS > 29.5
```

```

&& $ESEX > 9987.5
  ) $ranking=P;
if ( $GPOS <= 2178.5
&& $PPOS > 29.5
&& $ESEX <= 9987.5
&& $GPRES <= 2139.5
&& $NERE > 16551.0
&& $GRML <= 2488.0
&& $MPCU > 2680.5
  ) $ranking=P;
if ( $GPOS > 2178.5
) $ranking=P;
return($ranking);
}

```

Prueba contra los datos de entrenamiento

Total casos: 124
Casos acertados: 124
Porcentaje error: 0.00%

Prueba contra datos nuevos

Total casos: 31
Casos acertados: 26
Porcentaje error: 16.13%

Problema con nivel 3 y P=7 evaluando 2011 sin años 2003 2004 2005 y 2006

Clases

- clase[0]=N
 - clase[1]=P
- Positivo: P

Árbol resultante basado en criterio de proporción

```

[] (-/-) MPPA_C
  [<= 2841.5] (5/90) GRMD_C
    [<= 40.0] (2/79) N
    [> 40.0] (3/11) GPOS_C
      [<= 224.5] (2/2) P
      [> 224.5] (1/9) N
  [> 2841.5] (23/34) APEPOS_C
    [> 155.5] (23/30) GEPA_C
      [> 8666379.0] (23/28) P
      [<= 8666379.0] (0/2) N
    [<= 155.5] (0/4) N

```

Reglas de decisión generadas

Regla 1:

Si MPPA_C es ≤ 2841.5
y GRMD_C es > 40.0
y GPOS_C es ≤ 224.5
entonces ranking $\rightarrow P$

Regla 2:

Si MPPA_C es > 2841.5
y APEPOS_C es > 155.5
y GEPA_C es > 8666379.0
entonces ranking $\rightarrow P$

Función clasificadora generada

función

```
clasifica($PTCE,$GEPA,$RFIN,$RFIS,$PPRE,$PPOS,$MPRE,$MPOS,$MPPA,$MPCU,$GPRE,$
GPOS,$GRMD,$MVEC,$MVEE,$REVI,$ARTI,$PATT,$MVDC,$PRCU,$ESEX,$ENVE,$PRLI,$
EDCN,$APEPRE,$APEPOS,$SPRI,$GRML,$NERE) {
$ranking="N";
if ( $MPPA  $\leq 2841.5$ 
&& $GRMD  $> 40.0$ 
&& $GPOS  $\leq 224.5$ 
) $ranking=P;
if ( $MPPA  $> 2841.5$ 
&& $APEPOS  $> 155.5$ 
&& $GEPA  $> 8666379.0$ 
) $ranking=P;
return($ranking);
}
```

Prueba contra los datos de entrenamiento

Total casos: 124

Casos acertados: 116

Porcentaje error: 6.45%

Prueba contra datos nuevos

Total casos: 31

Casos acertados: 20

Porcentaje error: 35.48%

Problema con nivel 4 y P=7 evaluando 2011 sin años 2003 2004 2005 y 2006

Clases

- clase[0]=N
 - clase[1]=P
- Positivo: P

Árbol resultante basado en criterio de proporción

```
[] (-/-) MPPA_C
  [<= 2841.5] (5/90) GRMD_C
    [<= 40.0] (2/79) RFIS_C
      [<= 123100.0] (1/76) N
      [> 123100.0] (1/3) APEPOS_C
        [<= 35.0] (1/1) P
        [> 35.0] (0/2) N
    [> 40.0] (3/11) GPOS_C
      [<= 224.5] (2/2) P
      [> 224.5] (1/9) NERE_C
        [<= 10808.0] (1/1) P
        [> 10808.0] (0/8) N
  [> 2841.5] (23/34) APEPOS_C
    [> 155.5] (23/30) GEPA_C
      [> 8666379.0] (23/28) EDCN_C
        [> 1771.5] (23/27) P
        [<= 1771.5] (0/1) N
      [<= 8666379.0] (0/2) N
    [<= 155.5] (0/4) N
```

Reglas de decisión generadas

Regla 1:

Si MPPA_C es ≤ 2841.5
y GRMD_C es ≤ 40.0
y RFIS_C es > 123100.0
y APEPOS_C es ≤ 35.0
entonces ranking $\rightarrow P$

Regla 2:

Si MPPA_C es ≤ 2841.5
y GRMD_C es > 40.0
y GPOS_C es ≤ 224.5
entonces ranking $\rightarrow P$

Regla 3:

Si MPPA_C es ≤ 2841.5
y GRMD_C es > 40.0
y GPOS_C es > 224.5
y NERE_C es ≤ 10808.0
entonces ranking $\rightarrow P$

Regla 4:

Si MPPA_C es > 2841.5
y APEPOS_C es > 155.5
y GEPA_C es > 8666379.0
y EDCN_C es > 1771.5
entonces ranking $\rightarrow P$

Función clasificadora generada

```
function
clasifica($PTCE,$GEPA,$RFIN,$RFIS,$PPRE,$PPOS,$MPRE,$MPOS,$MPPA,$MPCU,$GPRE,$
GPOS,$GRMD,$MVEC,$MVEE,$REVI,$ARTI,$PATT,$MVDC,$PRCU,$ESEX,$ENVE,$PRLI,$
EDCN,$APEPRE,$APEPOS,$SPRI,$GRML,$NERE) {
$ranking="N";
if ( $MPPA <= 2841.5
&& $GRMD <= 40.0
&& $RFIS > 123100.0
&& $APEPOS <= 35.0
) $ranking=P;
if ( $MPPA <= 2841.5
&& $GRMD > 40.0
&& $GPOS <= 224.5
) $ranking=P;
if ( $MPPA <= 2841.5
&& $GRMD > 40.0
&& $GPOS > 224.5
&& $NERE <= 10808.0
) $ranking=P;
if ( $MPPA > 2841.5
&& $APEPOS > 155.5
&& $GEPA > 8666379.0
&& $EDCN > 1771.5
) $ranking=P;
return($ranking);
}
```

Prueba contra los datos de entrenamiento

Total casos: 124

Casos acertados: 119

Porcentaje error: 4.03%

Prueba contra datos nuevos

Total casos: 31

Casos acertados: 21

Porcentaje error: 32.26%

APEPRE: apoyo socioeconómicos a estudiantes de pregrado.

APEPOS: apoyo socioeconómicos a estudiantes de posgrado.

NERE: número de estudiantes retenidos.

CLSI: clasificación.

A continuación se presenta el análisis de los resultados antes descritos.

7.2.2. Análisis de resultados aplicación de árboles de decisión a los indicadores de gestión de las universidades públicas en Colombia. Se inició el proceso de aplicación de los Árboles de Decisión a los Indicadores de Gestión de las Universidades Públicas con la base de datos desde el año 2003 hasta el 2011 y los correspondientes recursos asignados por el Ministerio de Educación que se han vuelto categorizados (comúnmente llamados ranking de universidades públicas), esta categorización se ha simplificado a dos intervalos de interés, uno menor a ese punto límite de intervalo y otro mayor, reduciendo la salida a estar dentro de un grupo limitado de universidades o fuera de este. También se variará la profundidad del árbol de decisión utilizado y poder determinar la incidencia de esta profundidad en los resultados.

Primera etapa del proceso de ensayos

En el primer ensayo se partió de una profundidad de hasta 4 niveles y el punto de partición del intervalo es de 5, es decir, la universidad deberá quedar entre los primeros cinco (5) universidades en la asignación de recursos o por fuera de esas cinco (5) universidades, en este primer ensayo no se reservaron datos para probar el modelo con datos nuevos, porque se deseaba verificar si la aplicación del entrenamiento con árboles de decisión creaba un modelo que reproducía los resultados con buenos márgenes de acierto o bajos porcentajes de error, en este caso el error obtenido fue del 11,11%.

En el segundo ensayo se bajó a 3 niveles la profundidad del árbol, se obtuvo un error mayor en el porcentaje de error y fue el 12,9%, significando que como era predecible a mayor profundidad menor error, pero el tiempo de ejecución aumento en un 24%. En lo que respecta a las variables que determinan el modelo en ambos ensayos, fueron MVDC (movilidad docentes) en el primer nivel, GPRE (graduados Pregrado) y MPRE (matricula Pregrado) en el segundo nivel y APEPRE (apoyo socioeconómicos a estudiantes de Pregrado) en el tercer nivel, es importante aclarar que a medida que se aumenta el nivel la variable disminuye en su importancia.

Segunda etapa del proceso de ensayos

En el tercer ensayo se retiró el año 2011 del entrenamiento del modelo, para usarlo como verificador del modelo con datos nuevos, se partió de una profundidad de hasta 3 nivel y el punto de partición del intervalo fue de 5, el porcentaje de error obtenido fue del 13,31% para datos de entrenamiento y de 22,58% para datos nuevos, es decir, los correspondientes al año 2011, en este caso las variables que determina el modelo fueron ENVE (entidades con vinculo de extensión), PPRE (programas de Pregrado) en segundo nivel, y en el tercer nivel GPRE (graduados pregrado) y EDCN (educación continua). Al ejecutar el modelo nuevamente solo variando el punto de partición del intervalo a P=3, se observó que solo mejoró el porcentaje de error para los datos de entrenamiento al

8,87% y las variables determinantes del modelo fueron diferentes SPRI (Saber pro Ingles), ARTI (Artículos en Revistas Indexadas) y GEPA (gasto en personal administrativo), en los niveles 1, 2 y 3 respectivamente. Finalmente, en esta etapa del proceso de ensayo del modelo se amplió la profundidad posible a 4 niveles, teniéndose como era de esperarse solo una mejora en el porcentaje de error con los datos de entrenamiento al 8,47%, y unas variables adicionales MVEC (movilidad de estudiantes colombianos) en el nivel 3 y NERE (número de estudiantes retenidos) en el nivel 4.

Tercera etapa del proceso de ensayos

Al realizar un análisis de los resultados de la etapa anterior, en primera instancia se observó que de las variables determinantes eran muy diferentes a las obtenidas en la primera etapa, situación que indicaría que los resultados que se obtendrían con datos desconocidos para el sistema variarían si se utilizaran el modelo obtenido en la primera etapa serían diferentes a los obtenidos con el modelo de la segunda etapa, y en segundo término se observó que entraron a jugar en esta segunda etapa variables como NERE y SPRI (Saber pro Ingles), las cuales como indicadores tan solo fueron incluidas en los años 2006 y 2007, respectivamente.

Lo anterior planteó el retirar de la base de datos estas variables SPRI (Saber pro Ingles), GRML (Graduados en el Mercado Laboral) y NERE, y verificar realmente el verdadero papel decisorio que tienen estas variables en el proceso de modelaje del Sistema de Indicadores de Gestión de las Universidades Públicas en Colombia.

En el sexto ensayo, con nivel de profundidad posible de hasta N=4, partición del intervalo P=3 y reservando los datos del año 2011 para prueba del modelo con datos nuevos, se obtuvo que unos porcentajes de 8,47% para datos de entrenamiento y 25,81% para los datos nuevos y las variables determinantes fueron ARTI en el primer nivel, MVEC y PRCU en el segundo nivel, al comparar los porcentajes de error obtenidos con los de la segunda etapa se observó que error no presentó mejoría. Y en séptimo ensayo, al rebajar el nivel de profundidad a N=3, se obtuvo un porcentaje de error mayor en los datos de entrenamiento 9,68% y una mejoría o menor error en los datos nuevos del 12,90%, conservándose las mismas variables como determinantes del modelo resultante.

Cuarta etapa del proceso de ensayos

Se procedió de los resultados obtenidos en la segunda etapa de ensayos, a retirar de la base de datos para la elaboración del modelo los años 2003 al 2006, y verificar realmente el verdadero papel decisorio que tiene las variables SPRI (Saber pro Ingles), GRML (Graduados en el Mercado Laboral) y NERE (Número de Estudiantes Retenidos) en el proceso de modelaje del Sistema de Indicadores de Gestión de las Universidades Públicas en Colombia.

En el octavo ensayo, con nivel de profundidad posible de hasta $N=3$, partición del intervalo $P=3$ y reservando los datos del año 2011 para prueba del modelo con datos nuevos, se obtuvo que unos porcentajes de 6,45% para datos de entrenamiento y 13,13% para los datos nuevos y las variables determinantes fueron en el primer nivel GPOS (Graduados Posgrado), en el segundo nivel PPOS (Programas de Postgrado) y en el tercer nivel ESEX (Estudiantes en Extensión). En el noveno ensayo, al dejar libre o abierto el nivel que de profundidad, se obtuvo un porcentaje de error verificando los datos de entrenamiento del 0,00%, es decir, el modelo representa con una total exactitud el modelo de gestión de los Indicadores de Gestión de las Universidades Públicas y el error en los datos nuevos no mejoró sosteniéndose el 16,13%, conservándose las mismas variables como determinantes del modelo resultante, solo se agregaron en los niveles siguientes GPPE (Graduados Pregrado), NERE (Número de Estudiantes Retenidos), GRML (Graduados en el Mercado Laboral) y MPCU (Matricula Primer Curso).

Quinta etapa del proceso de ensayos

Se modificó el valor de partición del intervalo de $P=3$ (probabilidad de acertar quedar dentro de los tres primeros puestos con datos nuevos), a un valor de $P=7$, se tomó este valor al considerar el hecho que en otros sistemas de posicionamiento de universidades de colombianas como Sapiens la Universidad Tecnológica está dentro de este rango, lo cual coincide con el promedio ocupado en el traslado de recursos por el Ministerio de Educación basados en los Indicadores de Gestión de las Universidades Públicas y situación confirmada por el Dr. Carlos Arturo Caro exdirector de Planeación de la Universidad Tecnológica.

En el ensayo décimo, se realizó esta modificación, es decir, con $P=7$ y con nivel $N=3$, reservando los datos del año 2011 para prueba del modelo con datos nuevos, se obtuvo que unos porcentajes de 6,45% para datos de entrenamiento y 35,48% para los datos nuevos, con un tiempo de ejecución de 19s y las variables determinantes son en el primer nivel MPPA (Matricula Pregrado en Programas Acreditados), en el segundo nivel GRMD (Graduados en Maestría y Doctorado) y APEPOS (Apoyo Socioeconómicos a Estudiantes de Posgrado), y en el tercer nivel GPOS (Graduados Posgrado) y GEPA (Gasto en Personal Administrativo). En el ensayo onceavo se profundizó en el nivel a $N=4$, obteniéndose mejoría en el error con los datos de entrenamiento 4,03% y en el correspondiente en los datos de entrenamiento el 32,26%, con un tiempo de 25s, las variables que determinan el modelo se conservaron iguales adicionando la variable RFIS (recursos físicos) en un tercer nivel. Por último en esta etapa (ensayo doceavo), se procedió a liberar la limitante del nivel de profundidad en el árbol de decisiones, obteniéndose el mismo porcentaje de error en los datos de entrenamiento 4,03% y en los datos nuevos se presentó un error menor del 25,81%, las variables determinantes se conservaron sin variación y el tiempo de ejecución de 33s.

Al hacer un análisis más detallado de los resultados obtenidos en este doceavo ensayo, se tiene en el cuadro 11.

Cuadro 13. Resultados obtenidos

N=0 y P=7	Población	Aciertos	Error
Positivo	7	3	57,14%
Negativo	24	20	16,67%
	31	23	25,81%

Se concluye que el modelo presenta menor error (16,67%) cuando la predicción es que la Universidad quedará fuera de los 7 primeros puestos, mientras que si la predicción es que quedará entre los primeros 7 puestos, el porcentaje de error aumenta al (57,14%).

Sexta etapa del proceso de ensayos

En el ensayo treceavo se modeló el sistema usando se incluyeron los datos del año 2011, con el objetivo de observar que variables incidirán en el diseño a aplicar para los datos del año 2012, índices que servirán para fijar los puestos en que se asignarán los recursos en el año 2013.

Con una profundidad de N=3 y con un punto de partición del intervalo P=7, es decir, si la universidad desea ocupar uno de los siete primeros (7) lugares en la asignación de recursos, se obtuvo un porcentaje de error 12,26% y las variables que determinaron este modelo son: en el primer nivel ARTI (Artículos en Revistas Indexadas), en el segundo nivel MVEC (Movilidad de Estudiantes Colombianos) y APEPRE (Apoyo Socioeconómicos a Estudiantes de Pregrado), y en el tercer nivel NERE (Número de Estudiantes Retenidos) y MPPA (Matricula Pregrado en Programas Acreditados).

En el ensayo catorceavo, con una profundidad de N=3 y con un punto de partición del intervalo P=3, es decir, si la universidad desea ocupar uno de los tres primeros (3) lugares en la asignación de recursos, se obtuvo un porcentaje de error 12,26% y las variables que determinaron este modelo son: en el primer nivel MPPA (Matricula Pregrado en Programas Acreditados), en el segundo nivel SPRI (Saber pro Ingles) y en el tercer nivel APREPRE (Apoyo Socioeconómicos a Estudiantes de Pregrado).

El modelo obtenido con la metodología de árboles de decisión que presenta mejores resultados y mayor consistencia fue cuando no se consideraron los datos 2003 al 2006 en la generación del modelo, ya que coinciden en las variables que determinan el modelo tanto cuando se toma el año 2011 para probar el modelo

como cuando se incluyen como parte del entrenamiento, bajo estas condiciones se probó el modelo bajo dos puntos de partición del intervalo de categorización o lugar de ubicación en la asignación de los recursos por el Ministerio de Educación, y se describen a continuación:

1. Si se busca quedar dentro de los primeros siete (7) puestos, las variables a priorizar por parte de las universidades son en primera instancia MPPA (Matricula Pregrado en Programas Acreditados) y ARTI (Artículos en Revistas Indexadas), seguidos por GRMD (Graduados en Maestría y Doctorado), MVEC (Movilidad de Estudiantes Colombianos), APEPRE (Apoyo Socioeconómicos a Estudiantes de Pregrado) y APEPOS (Apoyo Socioeconómicos a Estudiantes de Posgrado), y finalmente o en tercer nivel del árbol GPOS (Graduados Posgrado), RFIS (Recursos físicos), NERE (Número de Estudiantes Retenidos) y GEPA (Gasto en personal administrativo).
2. Si se busca quedar dentro de los primeros tres (3) puestos, las variables a priorizar por parte de las universidades son en primer lugar GPOS (Graduados Posgrado) y MPPA (Matricula Pregrado en Programas Acreditados), en segunda instancia PPOS (Programas de postgrado) y SPRI (Saber pro Ingles) y en tercer nivel ESEX (Estudiantes en Extensión) y APEPRE (Apoyo Socioeconómicos a Estudiantes de Pregrado).

Ver Anexo C. Ensayos, niveles y variables.

8. CONCLUSIONES

Mediante este sistema integrado de evaluación educativa se puede consolidar una cultura de mejoramiento para que no responda solamente a coyunturas de momento sino a un esfuerzo serio y sano.

El proceso de la evaluación es esencialmente el proceso de determinar hasta que punto los objetivos educativos han sido actualmente alcanzados mediante los programas de currículos y enseñanza. No podía ser de otra manera, teniendo en cuenta que se ha basado en la implementación de las Normas de Calidad ISO que han dado excelentes resultados en más de 180 países.

Los indicadores utilizados en este Cuadro Integral de Mando, establecido conscientemente para el mejoramiento, constituyen el mecanismo de seguimiento a todo nivel para garantizar el cumplimiento de los planes de acción definidos con base a los resultados esperados.

El sistema integrado permite que los riesgos detectados en cada proceso puedan reducirse en su frecuencia y en su impacto y de esta manera se fortalece en su eficacia, eficiencia y efectividad.

El modelo creado puede ser empleado para generar diagnósticos que permitan fortalecer y mejorar aspectos de la gestión de la universidad de tal manera que la Universidad se podrá gerenciar de manera más eficiente, integrando los resultados del modelo en sus planes de desarrollo.

Cuando se dio libertad al algoritmo en la generación de los niveles del árbol y con un punto de partición del intervalo $P=3$, es decir, si la universidad desea ocupar uno de los tres primeros (3) lugares en la asignación de recursos, se obtuvo un porcentaje de error 12,26% y las variables que determinaron este modelo son: en el primer nivel MPPA (Matrícula Pregrado en Programas Acreditados), en el segundo nivel SPRI (Saber pro Ingles) y en el tercer nivel APREPRE (Apoyo Socioeconómicos a Estudiantes de Pregrado).

El modelo obtenido con la metodología de árboles de decisión que presenta mejores resultados y mayor consistencia fue cuando no se consideraron los datos 2003 al 2006 en la generación del modelo, ya que coinciden en las variables que determinan el modelo tanto cuando se toma el año 2011 para probar el modelo como cuando se incluyen como parte del entrenamiento, bajo estas condiciones se probó el modelo bajo dos puntos de partición del intervalo de categorización o lugar de ubicación en la asignación de los recursos por el Ministerio de Educación, y se describen a continuación:

- a. Si se busca quedar dentro de los primeros siete (7) puestos, las variables a priorizar por parte de las universidades son en primera instancia MPPA (Matricula Pregrado en Programas Acreditados) y ARTI (Artículos en Revistas Indexadas), seguidos por GRMD (Graduados en Maestría y Doctorado), MVEC (Movilidad de Estudiantes Colombianos), APEPRE (Apoyo Socioeconómicos a Estudiantes de Pregrado) y APEPOS (Apoyo Socioeconómicos a Estudiantes de Posgrado), y finalmente o en tercer nivel del árbol GPOS (Graduados Posgrado), RFIS (Recursos físicos), NERE (Número de Estudiantes Retenidos) y GEPA (Gasto en personal administrativo).
- b. Si se busca quedar dentro de los primeros tres (3) puestos, las variables a priorizar por parte de las universidades son en primer lugar GPOS (Graduados Posgrado) y MPPA (Matricula Pregrado en Programas Acreditados), en segunda instancia PPOS (Programas de postgrado) y SPRI (Saber pro Ingles) y en tercer nivel ESEX (Estudiantes en Extensión) y APEPRE (Apoyo Socioeconómicos a Estudiantes de Pregrado).

Los anteriores indicadores encontrados como prioritarios con árboles de decisión coinciden parcialmente con los utilizados por Boletín Científico Sapiens Research en su Ranking: programas de maestrías y doctorados, grupos de investigación validados por Colciencias y Revistas indexadas en Publindex.

Los administradores se ven enfrentados a la toma de decisiones con un alto grado de incertidumbre cuando solo fueron considerados unos cuantos factores de la información y al mismo tiempo solo se manejaron situaciones probabilísticas sencillas. Los métodos cuantitativos son herramientas que permiten la creación de una estructura para organizar y analizar problemas de riesgo complejo, cuando la toma de decisiones está basada en información multivariada y de alto volumen. Este trabajo muestra la utilidad de aplicar, árboles de decisión, como método de clasificación muy efectivo cuando se maneja información con estas características. El aprendizaje por árbol de decisión se ha aplicado a problemas tan variados como por ejemplo en la banca para la decisión del otorgamiento de créditos, en tecnología para determinar fallos en equipos, en internet para juzgar un correo como basura o spam, en Botánica para clasificar una especie de planta, en Medicina para detectar enfermedades como cáncer de seno, en redes de datos para determinar si cierto patrón de tráfico, corresponde a un ciber ataque o para determinar la reputación de una URL antes de permitir su acceso.

Se muestra la efectividad de utilizar el método de clasificación mediante la aplicación de un algoritmo de árboles de decisión para el manejo de información de alto volumen y análisis multivariado para el apoyo en la toma de decisiones en las universidades públicas al aplicar como datos de entrada, para el aprendizaje, los indicadores de gestión incluida su clasificación y utilizar el algoritmo como un pronosticador ante la variación de ciertos parámetros y valores en la entrada.

Se muestra la efectividad de utilizar el método de clasificación mediante la aplicación de un algoritmo de árboles de decisión para el manejo de información de alto volumen y análisis multivariado como apoyo en el diagnóstico y pronóstico de enfermedades cardiovasculares al aplicar como datos de entrada, para el aprendizaje, los datos tomados del Machine Learning Repository.

9. RECOMENDACIONES

La Universidad Tecnológica de Pereira debe trabajar en el fortalecimiento de los indicadores considerados de mayor peso en la incidencia de una mejor posición dentro de los recursos que se transferirán a las universidades en la vigencia 2014.

Cuando el Ministerio de Educación publique los indicadores y la correspondiente distribución de recursos de la presente vigencia se debe ejecutar nuevamente el algoritmo aquí planteado para buscar disminuir el error en las predicciones para las posteriores distribuciones de recursos.

En este trabajo se muestra la forma de utilizar el algoritmo pero corresponde al área de planeación dar la verdadera aplicabilidad que tiene este algoritmo en el diseño de simulaciones apoyadas con la herramienta para la toma de decisiones más acertadas al respecto.

REFERENCIAS

1. JARAMILLO, Alberto. El financiamiento de la educación superior en Colombia: retos y tensiones, 2010.
2. VICEMINISTERIO DE EDUCACIÓN SUPERIOR. Metodología para la distribución de recursos. Ley 30 de 1992, Artículo 87. Año 2008.
3. SANTA CHÁVEZ, John Jairo; ARDILA URUEÑA, William; PÉREZ HERNÁNDEZ, Lucas. Estudio de las variables del modelo de indicadores de gestión de las universidades públicas colombianas. 2012.
4. ARENAS VALENCIA, Wilson. Una mirada crítica a los indicadores de desempeño de las universidades públicas desde la perspectiva del análisis envolvente de datos -DEA-. Tesis de Grado Universidad Tecnológica de Pereira. 2005.
5. SILVA, Jaime; GARCÍA, Manuel Felipe; MARTÍNEZ, Enrique. Situación presupuestal y de eficiencia de las universidades públicas colombianas. 2002
6. VICEMINISTERIO DE EDUCACIÓN SUPERIOR. Op cit.
7. MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL. Modelo de Indicadores de Gestión, Propuesta de distribución recursos Artículo 87. Ley 30 de 1992, septiembre 4 de 2012.
8. MASGUAU. Las 64 mejores universidades de Colombia según Ranking U-Sapiens Colombia. Disponible en Internet. <http://masguae.com/2011/01/22/las-64-mejores-universidades-de-colombia-segun-ranking-u-sapiens-colombia/>
9. ARIAS MONTTOYA, Reinel. Detección temprana de fallas en la red de internet banda ancha aplicando minería de datos, Proyecto de Grado, Universidad Tecnológica de Pereira, 2010.
10. PROVIDING OLAP TO USER-ANALYSTS: AN IT MANDATE. Disponible en Internet:
http://www.cs.bgu.ac.il/~dbm031/dw042/Papers/olap_to_useranalysts_wp.pdf
11. JIMENEZ MOSCOVIT, Leonardo. Un modelo conceptual para el desarrollo de árboles de decisión con programación genética.
12. Top Ten Algorithms for Data Mining” [ver Wu/Vipin].

13. ARIAS MONTOYA, Reinel. Op cit.
14. CALANCHA ZUÑIGA, NiefarAbgar. Breve aproximación a la técnica de árbol de decisiones
15. TENENBAUM, Aron, LANGSAM, Augenstein. Estructura de datos en C.ED. PHH. Disponible en Internet:
<http://ciberconta.unizar.es/Biblioteca/0007/arboles.html>.
16. Ibíd
17. Ibíd.
18. Ibíd
19. ARIAS MONTOYA, Reinel. Op cit.
20. <http://masguau.com/2011/01/22/las-64-mejores-universidades-de-colombia-segun-ranking-u-sapiens-colombia/>
21. SOTO MEJÍA, José A., ARENAS VALENCIA, Wilson y TREJOS C., Álvaro A. La producción académica como uno de los indicadores del desempeño de las universidades públicas colombianas desde la perspectiva del Análisis Envolvente de Datos. En: Scientia Et Technica, Vol. XI, N° 28, Universidad Tecnológica de Pereira, octubre de 2005, p. 114.
22. UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA. Claves para el debate público. Sistema Universitario Estatal (SUE). El dilema entre los intereses colectivos de las Universidades y los del Gobierno de Turno. Bogotá, Colombia, Octubre de 2010, número 41.
23. UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA. Taller de indicadores de eficiencia y su uso como tablero de mando. Pereira. 2004.

BIBLIOGRAFIA

- ARENAS VALENCIA, Wilson. Una mirada crítica a los indicadores de desempeño de las universidades públicas desde la perspectiva del análisis envolvente de datos -DEA-. Tesis de Grado Universidad Tecnológica de Pereira. 2005.
- ARIAS MONTOYA, Reinel. Detección temprana de fallas en la red de internet banda ancha aplicando minería de datos. Proyecto de Grado, Universidad Tecnológica de Pereira, 2010.
- ARIAS RODRÍGUEZ, A. El control de la gestión financiera de las universidades: nuevas tendencias. 1997.
- ASCUN. Asociación colombiana de universidades. Políticas y estrategias para la educación superior de Colombia 2006 – 2010: de la Exclusión a la Equidad II. Hacia la construcción de un sistema de educación superior más equitativo y competitivo, al servicio del país. Bogotá D.C. Enero de 2007
- BURGUES, C. A tutorial on Classification Techniques for Pattern Recognition, Knowledge Discovery and Data Mining”, 2(2), 2003.
- CALANCHA ZUÑIGA, Niefar Abgar. Breve aproximación a la técnica de árbol de decisiones.
- GODSHALK EB, Timothy DH. Factor and principal component analyses as alternatives to index selection. Teoretical Aplied Gen 1998.
- JARAMILLO, Alberto. El financiamiento de la educación superior en Colombia: retos y tensiones, 2010.
- JOHNSON RA, WICHERN DW. Applied multivariate estatistical analysis. U. Wisconsin, Madison. Prentice Inc., 1982
- JIAN-PEI, Zhang, ZHONG-WEI LI, Jing Yang. A parallel SVM training algorithm on large – scale classification problems. Machine Learning and Cybernetics. 2005.
- JIMÉNEZ MOSCOVIT, Leonardo. Un modelo conceptual para el desarrollo de árboles de decisión con programación genética.

- JIMENEZ, L. and LANDGREBE, D. A. Projection Pursuit in High Dimensional Data Reduction: Initial Conditions, Feature Selection and the Assumption of Normality, presented at the IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics, Vancouver Canada, October 1995.
- LEY 30 DE 1992. Por la cual se organiza el servicio público de la Educación Superior.
- MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL. Modelo de Indicadores de Gestión, Propuesta de distribución recursos Artículo 87 Ley 30 de 1992, septiembre 4 de 2012.
- MONTGOMERY DC, Peck EA. Introduction to linear regression analysis". 2a Edition, J. Wiley and Sons, NewYork 1986.
- PÉREZ, L, MORA, J, PÉREZ, S, Reducción de las Características asociadas al problema de localización de fallas en sistemas de distribución. Scientia et technica, Vol XIII, N° 35, Agosto de 2007.
- PÉREZ, C. y SANTÍN, D. Minería de Datos: técnicas y herramientas. Madrid: Ediciones Paraninfo, S.A. 2008.
- PROCEEDINGS OF 2005 INTERNATIONAL CONFERENCE .On Volume3, 18-21 Aug. 2005.
- SANTA CHÁVEZ, John Jairo; ARDILA URUEÑA, William; PÉREZ HERNÁNDEZ, Lucas. Estudio de las variables del modelo de indicadores de gestión de las universidades públicas colombianas. 2012.
- SILVA, Jaime; GARCÍA, Manuel Felipe; MARTÍNEZ, Enrique. Situación presupuestal y de eficiencia de las universidades públicas colombianas. 2002.
- SOTO MEJÍA, José A., ARENAS VALENCIA, Wilson y TREJOS C., Álvaro A. La producción académica como uno de los indicadores del desempeño de las universidades públicas colombianas desde la perspectiva del Análisis Envoltante de Datos. En: Scientia Et Technica, Vol. XI, N° 28, Universidad Tecnológica de Pereira, octubre de 2005, p. 114.
- TOP TEN ALGORHYTMS FOR DATAMINING. [ver Wu/Vipin].
- TORO, M, Eliana, PÉREZ, H, Lucas. Reducción de la dimensionalidad con componentes principales y técnica de búsqueda de la proyección aplicada a la clasificación de nuevos datos. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Revista Tecura, Año XIII, N° 35, Agosto de 2007.

- TSUKAMOTO, Y, NAMATAME, A. Evolving neural network models. Evolutionary Computation, 1996. Proceedings of IEEE International Conference on 20-22 May 1996.
- UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA. Claves para el debate público. Sistema Universitario Estatal (SUE). El dilema entre los intereses colectivos de las Universidades y los del Gobierno de Turno. Bogotá, Colombia, octubre de 2010, número 41.
- UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA. Taller de indicadores de eficiencia y su uso como tablero de mando. Pereira, 2004.
- UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA. Información sobre las variables de los indicadores de las universidades públicas. Estudio de las variables del modelo de indicadores de la gestión de las universidades públicas colombianas Scientia et Technica Año XV, No. 45, Diciembre de 2010.
- VICEMINISTERIO DE EDUCACIÓN SUPERIOR. Metodología para la distribución de recursos. Ley 30 de 1992, Artículo 87. Año 2008.

WEBGRAFÍA

- ARANGO JIMÉNEZ, Luis Eduardo. Rector Universidad Tecnológica de Pereira. Presidente Sistema Universitario Estatal. Disponible en Internet: www.infoaces.org
- MASGUAU. Las 64 mejores universidades de Colombia según Ranking U-Sapiens Colombia. Disponible en Internet. <http://masguau.com/2011/01/22/las-64-mejores-universidades-de-colombia-segun-ranking-u-sapiens-colombia/>
- PROVIDING OLAP TO USER-ANALYSTS: AN IT MANDATE. Disponible en Internet:
http://www.cs.bgu.ac.il/~dbm031/dw042/Papers/olap_to_useranalysts_wp.pdf
- TENENBAUM, Aron, LANGSAM, Augenstein. Estructura de datos en C.ED.HH. Disponible en Internet: <http://ciberconta.unizar.es/Biblioteca/0007/arboles.html>.
- www.agenciadenoticias.unal.edu.co/nc/detalle/article/un-encabeza-ranking-de-universidades-en-colombia/
- www.cepal.org/cgi-bin/get.
- www.cs.bgu.ac.il/~dbm031/dw042/Papers/olap_to_useranalysts_wp.pdf
- www.dsic.upv.es/asignaturas/facultad/apr/decision.pdf
- www.eae-publishing.com/catalog/details//store/es/book/978-3-659-06398-5/indicadores-de-gesti%C3%B3n-en-las-universidades-p%C3%BAblicas-colombianas?locale=gb
- www.elpilon.com.co/inicio/universidad-popular-del-cesar-sale-de-los-ultimos-lugares/
- www.guiaacademica.com/educacion/personas/cms/colombia/articulos_de_expertos/2012/ARTICULO-WEB-EEE_PAG-11598041.aspx
- www.mineducacion.gov.co/sistemasdeinformacion/1735/w3-article-212353.html
- www.redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=84917249052
- http://redcolombianadeposgrados.net/index.php?option=com_content&view=article&id=150%3Aranking-u-sapiens-colombia&catid=3%3Anewsflash&Itemid=84

- www.udes.edu.co/index.php?option=com_content&view=article&id=418:campus_udes&catid=7:portada
- www.universidad.edu.co/index.php?option=com_content&view=article&id=2263%3Auniversidades-publicas-continuan-al-frente-en-ranking-de-desarrollo-investigativo&catid=16%3Anoticias&Itemid=198
- http://es.wikipedia.org/wiki/Clasificaci%C3%B3n_acad%C3%A9mica_de_universidades_de_Colombia

ANEXOS DIGITALES

Anexo A. Resultados problemas del corazón.

Anexo B. Registro base de datos resultados problemas del corazón.

Anexo C. Ensayos, niveles y variables.