

Tecnología Informática para el aseguramiento de calidad en cursos de Educación Superior

Ricardo Llamosa Villalba, Jorge Jair Moreno Chaustere,
Miguel Angel Niño Zambrano
Universidad industrial de Santander
Dirección General de Investigaciones
Centro de Innovación y Desarrollo Línea de Investigación en Ingeniería del Software -
CIDLIS
Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior - ICFES
División de Fomento
Apartado Aéreo 678, Ciudad Universitaria UIS
Bucaramanga, Colombia
E-Mail: rllamosa@uis.edu.co
Fax: (57) (76) 350540

Resumen

Este documento describe la tecnología¹ Aseguramiento de Calidad en Cursos de Educación Superior (ACES). ACES dispone de instrumentos sistémicos y sistematizados para administrar y gestionar la información y conocimiento necesario para planear, programar, ejecutar, diagnosticar y emprender procesos de mejoramiento de calidad en cursos de educación superior, a través del logro de objetivos en una materia, de acuerdo a un modelo pedagógico establecido².

Palabras Claves: Ingeniería del Software, Informática Educativa, Sistemas de toma de decisiones, Aseguramiento de calidad, Educación superior, diseño curricular, tecnología de la Información.

1. Introducción.

El sector productivo colombiano afirma que los recursos humanos, producto, de las actividades del proceso educativo de la educación superior es débil ante la necesidad de profesionales altamente competitivos; se han detectado debilidades de conocimiento tecnológico, organizacional y administrativo[3][6].

Analizando las causas de las limitaciones establecidas, se determina que algunas de ellas son: la ausencia de modelos metodológicos y falta de instrumentos que aseguren la calidad de los cursos de educación superior[6][15].

2. Modelo ACES.

ACES es una tecnología para el aseguramiento de calidad académica y administrativa, que asiste al profesor, en cada una de las fases del proceso seguido para

¹ Saber organizado sobre cómo hacer las cosas con base en el conocimiento científico [19].

² Situación que crea conciencia de trabajo y responsabilidad en los actores del proceso educativo.

producir y desarrollar un curso de educación superior. ACES utiliza la filosofía GTA³ para gerenciar cualquier curso que se desarrolle periódicamente[6][18].

ACES dispone y maneja un modelo de indicadores no lineal para evaluar el desempeño de los recursos, procesos y productos de los cursos de educación superior; su valoración se hace, formal e informalmente, con porcentajes de calidad⁴.

El modelo de evaluación formal, representa a evaluación tradicional. Constituida por exámenes que evalúan la asimilación de conocimientos a través instrumentos flexibles y eficientes, que posibilitan a los educadores generar modelos de evaluación personalizados(derivados de su personal modelo pedagógico).

En ACES, la definición y evaluación del modelo formal sigue las siguientes etapas:

Elaboración del Contenido de la materia; capítulos y subcapítulos.

Elaboración de las preguntas relacionadas a cada tema; Bancos de Preguntas

Definición de Exámenes y Sub-Exámenes especificando los temas que se evaluarán.

Generación de exámenes; asignando preguntas, recursos humanos, tiempos y fechas.

Ejecución de exámenes y generación de informes.

Ajuste y cierre de parciales.

El modelo de evaluación informal, representa la evaluación de la calidad de los recursos, procesos, productos y el cumplimiento de objetivos. Constituido por coevaluaciones⁵ y autoevaluaciones⁶. En ACES, la definición y evaluación sigue las siguientes etapas:

Definición de objetivos relacionados a cada capítulo del contenido.

Definición de recursos y productos requeridos.

Definición de indicadores, variables⁷ y metas; incluidas en los exámenes informales.

Modelo de Evaluación	Unidad Básica	Característica	Cómo se obtienen los valores
Formal	La pregunta.	La pregunta se deriva de los porcentajes de calidad asociados a sus opciones.	De calificaciones a través de valores registrados en torno a las preguntas de un examen
Informal	La variable	De la variable se derivan los porcentajes de calidad correspondiente a sus opciones.	De los indicadores que son fórmulas que relacionan variables, las cuales se miden con encuestas.

Tabla No. 1 Correlación entre las evaluaciones formales e informales

La correlación entre la evaluación formal e informal descrita en la tabla No.1 establece los criterios de integración de los modelos, así:

³ Grupos de Trabajo Autodirigidos, , modelo definido y utilizado en los cursos de lenguajes de programación de la UIS, desde 1993.

⁴ Los porcentajes de calidad se definen como el peso porcentual que se le da a cada opción de una pregunta o variable, de tal manera que su calificación es obtenida al elegir la opción del peso adecuado al desempeño logrado.

⁵ Evaluación conjunta entre evaluadores y evaluados.

⁶ Evaluación realizada por el mismo evaluado.

⁷ Las variables se relacionan por medio de fórmulas que han sido obtenidas a través de un estudio preciso de los factores y proporciones que determinan un indicador específico.

Las evaluaciones informales⁸ se valoran por medio de ponderaciones. Este método convierte las percepciones de desempeño, eficacia y cumplimiento, en valores que arrojan porcentajes de calidad. Por otra parte la evaluación formal en sí misma constituye un porcentaje de calidad alcanzado entorno a la asimilación de conocimientos.

Modelo de Evaluación Global Integrado. ACES crea el modelo de evaluación integral, con cuatro submodelos que representan los porcentajes de calidad alcanzados durante el proceso. Estos submodelos son : informal de recursos, informal de procesos, informal de productos y formal de productos en humanos⁹.

2.1 Productos.

Los productos generados en ACES son los siguientes:

El modelo de indicadores¹⁰ de gestión administrativa y académica. Este modelo se utiliza para comparar y/o determinar calidad, actualidad y cumplimiento de objetivos. Los indicadores se clasifican según los objetivos organizacionales y académicos, en actividades a corto plazo¹¹ y según su prioridad en: inmediatos, urgentes y necesarios. A partir de los indicadores se obtiene un diagrama de Pareto¹².

La mecánica estratégica, logística y táctica para perfeccionar el proceso enseñanza - aprendizaje. Sistema de información¹³ que monitorea y apoya el control del desarrollo de cursos. Usa como elemento conceptual la metodología de grupos de trabajo autodirigidos (GTA).

El conjunto de herramientas (KIT)¹⁴ ACES, compuesto por: el servidor de información (para la administración) y el cliente (para los actores del proceso, estudiantes, auxiliares y profesores).

2.2 Pruebas[1][2].

La prueba de la tecnología ACES ha sido hecha utilizando las siguientes técnicas:

⁸ Constituidas por indicadores con sus variables y metas asociadas.

⁹ Puede ser un recurso humano (ej : estudiante) con un valor agregado(ej : conocimiento) que lo convierte en producto.

¹⁰ Se define un indicador como una relación, entre unidades formales de medida referentes a los recursos que intervienen en el proceso de enseñanza aprendizaje. Ej. Horas - hombre de docencia, número de estudiantes que aprobaron todos los cursos en el semestre.

¹¹ Nos interesa el corto plazo para tomar decisiones a nivel operativo (inmediatas).

¹² Gráfica que permite jerarquizar las causas de los problemas distinguiendo el 20% de las que producen el 80% de los problemas.

¹³ El sistema incluye un conjunto de herramientas; plantilla para el desarrollo de programas curriculares, plantilla para desarrollar el modelo de evaluación formal e informal, plantilla de manejo de GTAS (actas, acuerdos, resoluciones, presupuestos, planeación estratégica, estatutos, desarrollo de laboratorios y exámenes, cronograma de actividades entre otras).

¹⁴ Conjunto de instrumentos o herramientas disponibles como un paquete cerrado (carpeta más discos, para el Profesor y para el Estudiante)

Pruebas ALFA y BETA con técnicas de caja blanca¹⁵ y caja negra¹⁶. ACES ha sido validado y verificado, en cursos internos en la UIS (prueba Alfa), y mediante un programa de integración con usuarios externos (prueba Beta¹⁷); se ha vinculado al programa 60 profesores de diferentes universidades.

Indicadores de Calidad del Producto. Conjunto de estadísticas gráficas para observar los resultados de las variables coherentes¹⁸. Las mediciones se han hecho durante la evolución de los de los respectivos cursos.

Histórico de cursos desarrollados. Sistema de Información sobre la evolución de un curso en el tiempo para observar antecedentes, logros, políticas, correctivos, modernización o innovación.

2.3 Alcances.

La tecnología cubre:

La comunidad estudiantil: Beneficiada con la valoración del desempeño y calidad académica esperada.

La comunidad docente: Beneficiada a través de la posibilidad de valoración del desempeño, cumplimiento de objetivos y el uso de modelos pedagógicos definidos a través de la interacción con los estudiantes.

La comunidad Administrativa de las Instituciones: la herramienta provee resultados sobre las necesidades administrativas¹⁹ y de funcionamiento acerca de la calidad del servicio que prestan.

La comunidad en general: se beneficia con modelos de formación integral para asegurar calidad a través del desempeño, conocimiento, autonomía, responsabilidad y relación interpersonal.

Ingeniería del software: Con el desarrollo de métricas, software y metodologías que servirán como soporte al desarrollo de futuros proyectos.

2.4. Tecnología y Metodología.

2.4.1 Tecnología.

La Tecnología Software empleada en el desarrollo del prototipo ACES fue Microsoft Visual Basic 5.0 asociada con las herramienta de gestión de base de datos Microsoft Access 2.0 y los instrumentos Microsoft Word, Excel y Graph para informes y análisis.

La Tecnología Hardware que se utilizó incluyó servidores y redes; procesadores 486 en ambiente NT con clientes Windows 95.

¹⁵ Cada una de las estructuras y componentes de la línea de producción horizontal y de descomposición verticales del producto.

¹⁶ Visión funcional del producto que es validada por el usuario final como una máquina que se alimenta y produce.

¹⁷ Producto Prototipo de una Herramienta Software que se entrega a manera de prueba al cliente.

¹⁸ Variables definidas sobre eficiencia, eficacia y productividad y en general calidad del curso tanto a nivel del profesor como a nivel de participantes.

¹⁹ Mejoramiento de la calidad académica, Dependencias físicas.

2.4.2. Metodología.

La Metodología [4] [5] [7] [8] [9] [10] [11] [12] [13] [14] [15] [16] [17] utilizada en el desarrollo de ACES se apoyo en los modelos en modelo en espiral, modelo de validación, pruebas y corrección, diseño de Sistemas de Información, diseño de Bases de Datos y aseguramiento de calidad.

2.5. Modelo de Desarrollo.

2.5.1 Estructura de Componentes.

La estructura de componentes de ACES tiene cuatro niveles: Estratégico, Logístico, Táctico y Administrativo.

El nivel estratégico integra e interactúa directamente con el nivel logístico y táctico, e indirectamente a través del profesor y el nivel logístico, con el nivel administrativo.

El nivel logístico interactúa directamente con todos los procesos de conocimiento de los niveles estratégico, administrativo y táctico.

El nivel administrativo tiene dos funciones: (a) Constituir áreas de éxito, interactuando y administrando eficientemente los recursos contables, financieros, humanos, tecnológicos, insumos, suministros y productos; y (b) Brindar efectividad en la integración de la tecnología de los productos.

La arquitectura está encabezada por la materia como conocimiento y el soporte que proporcionan los profesores y sus asistentes.

Las áreas de éxito de una materia se estructuran en torno a los productos y procesos: administración, ingeniería (continentes o arquitectura de conocimientos), producción (métodos y contenidos organizados en materiales y medios de capacitación o instrucción) y transferencia de conocimiento (integración de cursos y clientes (estudiantes)).

El nivel táctico interactúa con los procesos administrativos, de ingeniería, de producción y de transferencia de tecnología, de acuerdo a las políticas, a los modelos de evaluación y a las líneas de acción definidas en los sistemas de información de los niveles estratégicos y logísticos.

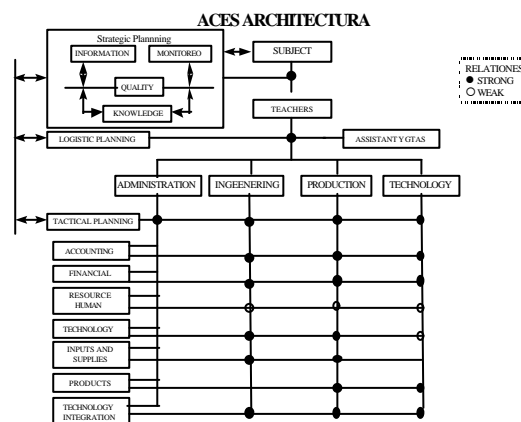


Ilustración 1 Arquitectura de ACES

3. Arquitectura del Sistema.

Las herramientas ACES, Ilustración 2, soportan los módulos (simbolizados arriba, en forma de elipses) distribuidos alrededor de la base de datos central que esta rodeada por el sistema de seguridad. Algunos procesos que emergen del modulo ejecutor desembocan en el acceso de múltiples usuario.

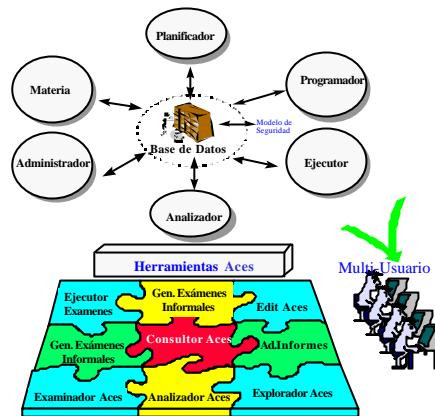


Ilustración 2 : Estructura de Componentes ACES

3.1 Modelo de Información

El modelo de Información (Ilustración 3), representado con un cilindro externo, visualiza, como un entorno, el modelo de aseguramiento de calidad.

Dentro del cilindro se ubica la información de:

La planeación de una materia: constituida por misión, visión, justificación, metodología, definición de contenidos y sus objetivos, modelos de organización de recursos (roles de recursos humanos, tecnológicos, económicos, tiempo, infraestructura y ambiente), procesos y productos; planeación del modelo de evaluación (formales e informales), los bancos de atributos(variables), indicadores (relaciones entre atributos), las metas asociadas por cada indicador y el banco de preguntas.

La programación de una materia: establecida por la información de cada uno de los componentes reales que desempeñaran los roles (el profesor, los estudiantes, los auxiliares, los lugares de trabajo, las evaluaciones, actividades, el programa de horarios, los equipos, los cursos, los grupos de calidad...) y ejecutarán las funciones, actividades y las tareas previstas en la planeación.

La ejecución y seguimiento de un curso: compuesto por la información prevista a monitorear y registrar, para establecer los valores de atributos de los recursos y productos respecto a la evolución esperada de los procesos durante la realización de un curso, en torno al modelo de evaluación definido y previsto en la programación.

Evaluación y líneas de Acción: compuesto por la información suministrada al sistema para controlar, prever y ajustar su evolución traducida en acciones de programación o planeación, si se ha terminado o no, el proceso.

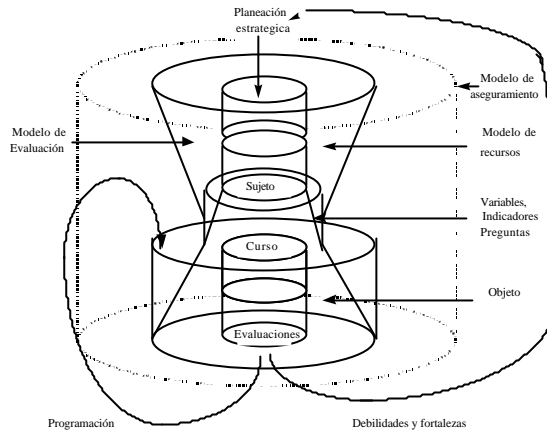


Ilustración 3: Modelo de Información ACES.

3.2. Modelo de Administración de Procesos.

ACES administra sus procesos a través del un modelo de seguridad y privacidad basado en la filosofía de dominios y usuarios que restringe y controla el acceso a procesos y recursos del sistema.

4. Prototipo de Software.

4.1 Módulo Administrador.

El módulo administrador gestiona y administra los procesos, los recursos, los dominios y los usuarios, mediante:

Identificación del usuario ante el módulo administrador (inicio de sesión).

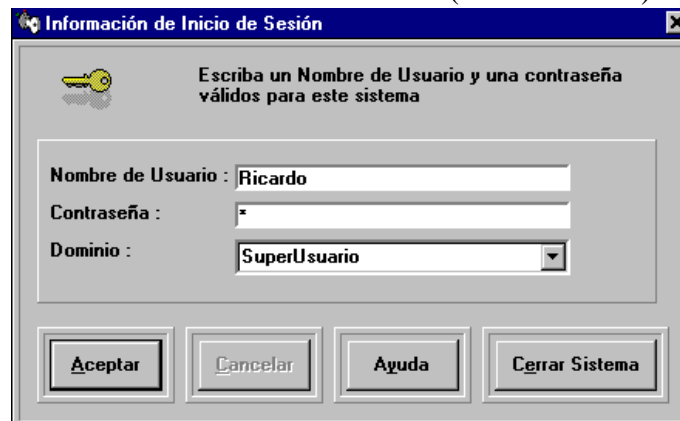


Ilustración 4: Inicio de sesión en ACES

Edición de dominios y derechos.

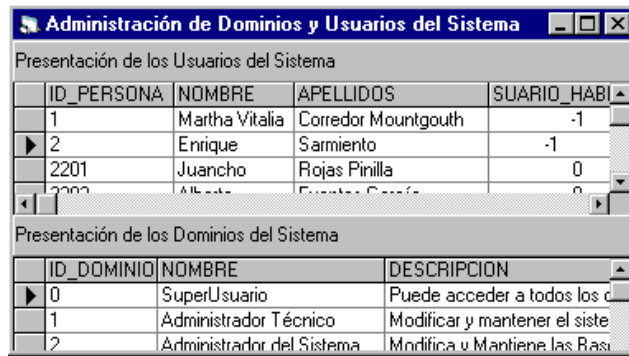


Ilustración 5: Edición de Dominios y Usuarios

Asignación de recursos humanos a los dominios y de derechos a los dominios básicos o a los creados por los usuarios de ACES.

Monitoreo de accesos al sistema, como apoyo a procesos de auditoría.

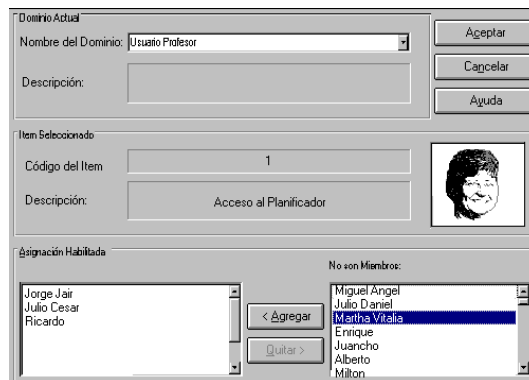


Ilustración 6: Administración de Dominios y Usuarios.

4.2. Módulo Materia.

El módulo materia gestiona y administra los procesos concernientes a las materias, incluye la:

Creación de una nueva materia. Definición de justificación, misión, visión y metodología de la materia.

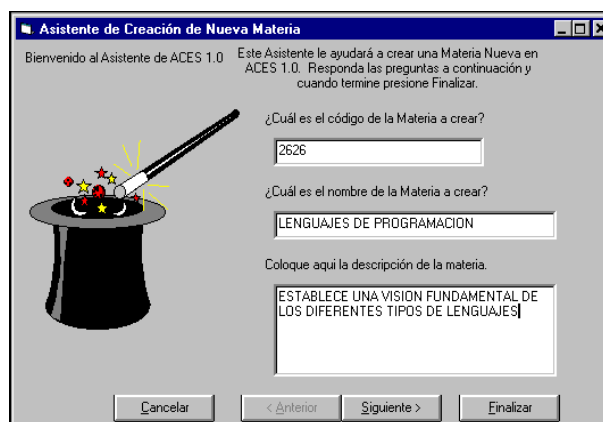


Ilustración 7: Asistente de creación de Materia.

Apertura de una materia para acceder y modificar la información asociada.

4.3. Módulo Planificador.

ACES cuenta con una herramienta, denominada *Explorador de ACES*, para: definir submodelos de evaluación, realizar descripciones precisas, y coherentes para identificar los elementos del proceso de evaluación, definir el banco de preguntas con sus respuestas y ponderaciones, definir los objetos OLE²⁰ asociados a las preguntas, enlazar las variables con los capítulos, definición de indicadores, edición del banco de metas.

4.4. Módulo Programador.

El módulo programador gestiona y administra los cursos mediante la creación, personalización y asignación de recursos y productos, programación del modelo de evaluación, generación²¹, asignación²² y demostración preliminar²³ del examen. Adicionalmente el módulo apoya la conformación de los grupos de calidad, la asignación de integrantes, la elaboración de documentos para definir los requisitos de los grupos y mediante la agenda de actividades presenta un informe, por fechas, del modelo de evaluación

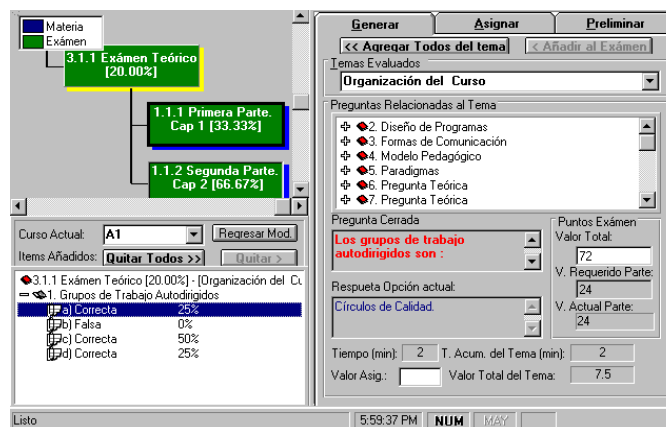


Ilustración 8: Generación de Exámenes Formales.

4.5 Módulo Ejecutor.

El módulo ejecutor realiza los exámenes formales e informales de recursos, procesos y productos, según la agenda de actividades definida en el módulo programador.

²⁰ Elementos OLE como Gráficas y ecuaciones

²¹ Presenta el estado de asignación de indicadores al examen actual.

²² Permite asignar las personas que responderán el examen.

²³ Presenta un resumen de lo generado, y si se quiere hace una prueba de cómo sería la ejecución.

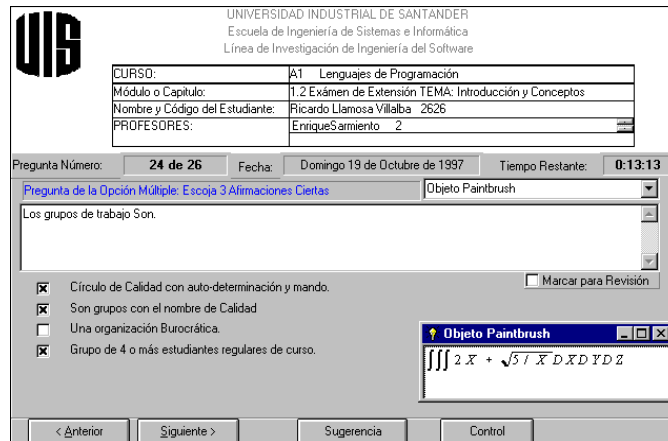


Ilustración 9: Ejecución de Exámenes Formales.

La ejecución de la evaluación formal, contiene preguntas abiertas, que deben valorarse por el profesor. El proceso concluye con el cierre de los exámenes y confrontación de lo planeado y programado.

4.6. Módulo Analizador.

El módulo analizador procesa los datos que serán retroalimentados al próximo periodo, incluye:

Cuadro Estratégico DOFA (análisis de debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas.

Nombre del Indicador	Debilidad	Fortaleza	V.Mínimo	V.Normal	V.Máximo	V.Observado
Planeación y Organización	Sí	.....	40.00	60.00	80.00	78.00
Desarrollo del Curso	Sí	.....	40.00	60.00	80.00	55.00
Desempeño y Actitud Hacia	Sí	.....	40.00	60.00	80.00	54.00
Responsabilidad Docente	Sí	.....	40.00	60.00	80.00	57.00
En el Desarrollo de su trabajo	.....	Sí	40.00	60.00	80.00	63.00
Actitud hacia el cambio	Sí	.....	40.00	60.00	80.00	44.00
Evaluación Administrativa	Sí	.....	40.00	60.00	80.00	0.00
Actualidad del Curso	Sí	.....	40.00	60.00	80.00	54.00
Organización y Desarrollo de	.....	.....		
Actitud Hacia el Cambio	.....	.....		
Cumplimiento	.....	Sí	40.00	60.00	80.00	68.00

Ilustración 10: Análisis DOFA

Cuadro de control de procesos mediante el análisis de indicadores.

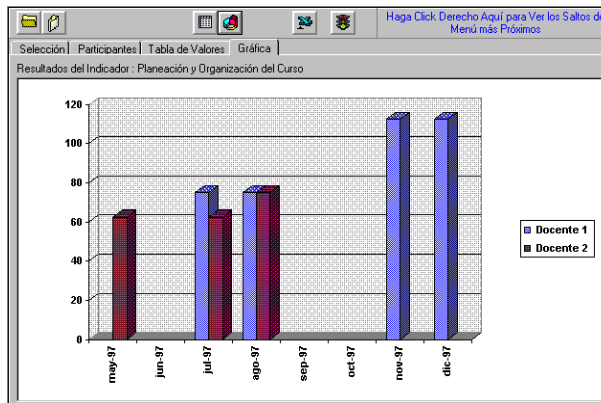


Ilustración 11: Gráfica de Indicadores

Diagnóstico de debilidades (Pareto). Identifica los indicadores causantes de las debilidades.

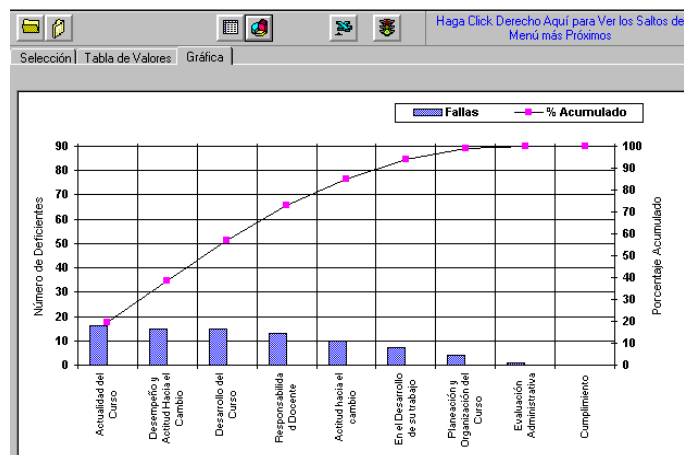


Ilustración 12: Gráfica de Pareto.

4.7 Módulo de Herramientas.

El módulo de herramientas dispone de una serie de utilidades para que los usuarios examinen, manejen y optimicen la base de datos de ACES e instalen, personalicen y modifiquen claves, dominios y otros atributos.

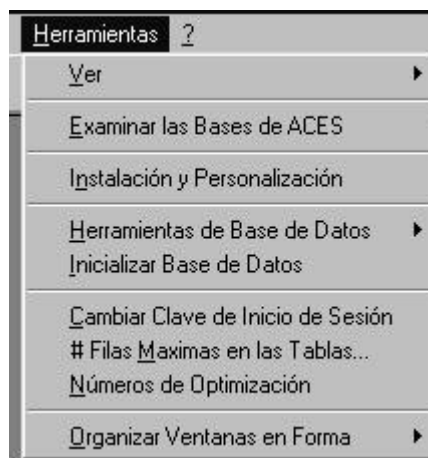


Ilustración 13 : Opciones del Módulo de Herramientas

4.8 Módulo de Ayudas.

El módulo de ayudas presenta el manual de operación y soportes interactivos con hipertextos y gráficos sobre la tecnología y facilidades de ACES.

5. Conclusiones.

El proyecto ACES siguió las normas de aseguramiento de calidad software, durante todo su desarrollo, cumpliendo con los objetivos previstos y contribuyendo a:

Formalización y al aseguramiento de calidad de los procesos y productos de cualquier curso de educación superior en Colombia.

Tipo/Descripción	Participantes	Lugar	Fecha
Capacitación			
Lenguajes de Programación	120 Estudiantes. 6to. Semestre, UIS	Bucaraman ga	Jun/96-Dic/97
Diseño, Análisis y Doc. Sistemas	70 Estudiantes, 7mo. Semestre- UIS	Bucaraman ga	Jun/96-Dic/97
Introducción a las computadoras.	40 estudiantes de tercer semestre- UIS	Bucaraman ga	Jun-Dic/96
Introducción a ACES	21 Universidades convocadas por el ICFES. Hemeroteca Nacional	Bogotá	Jun/97
Introducción a ACES	Jornadas Académicas de Biblioteca UIS, 20 participantes	Bucaraman ga	Sep/97
Introducción a ACES	Centro de desarrollo de profesores UIS	Bucaraman ga	Ago/ 1997
Publicaciones			
Memoria pregrado proyecto ACES	Jair Moreno, Miguel Angel Niño. EISE, UIS	Bucaraman ga	Dic/97
Especificación de requisitos software: Planeación estratégica PEI	Luis Antonio Guerrero, Jaime Orlando Gómez. EISE, UIS	Bucaraman ga	Dic/97
ACES	Conferencia Internacional Software Engineering, IASTED, USA	San Francisco	Nov/97
Proyectos			
Pregrado: ACES	J. Moreno, M. A. Niño. EISE, UIS	Bucaraman ga	Dic/95-Dic/97
Planeación estratégica PEI	L. A. Guerrero, J. O. Gómez. EISE UIS	Bucaraman ga	Dic/96-Dic/97
Tecnología Informática para la Gestión Administrativa y académica de instituciones educativas.	Convocatoria COLCIENCIAS	Bogotá	Oct/97

Tabla No. 2

El desarrollo de una primera tecnología software, en CIDLIS.

El desarrollo, indirecto, de un modelo de indicadores no lineales, que permiten disponer de un sistema de evaluación con pesos variables que se maneja jerárquicamente en diferentes direcciones.

Establecer un programa de utilización de ACES nacionalmente, que ha comenzado con un proceso de difusión nacional e internacional a partir del segundo semestre de 1997 (tabla No. 2).

El trabajo futuro en ACES plantea la:

Transformación del Sistema ACES al ambiente de Internet.

Extensión de ACES a la gestión académica y administrativa de las instituciones educativas de básica primaria, media y universitaria.

Desarrollo de tecnologías similares a ACES para los sectores productivos.

Finalmente, es muy importante expresar nuestro agradecimiento por el apoyo que hemos recibido de la Universidad Industrial de Santander, especialmente al grupo CIDLIS y al Instituto Colombiano para el Fomento de la educación Superior (ICFES) de Colombia.

6. Bibliografía.

- [1] Behforooz A. and Hudson F. *Software Fundamental Engineering*, Oxford University Press, 1996.
- [2] Chen M. et al., The Use of Organization and Information Systems Models in Building and Delivering Business Application System, *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*, 1(3), September 1989, pp. 406-409.
- [3] Crediting National Council. Limits for the Crediting, *National Crediting System*, ICFES, Santafé de Bogotá, January, 1996.
- [4] Eisner H., *Computer-Aided System Engineering*, Prentice Hall International, Inc, 1988.
- [5] LLAMOSAS-VILLALBA R, Specifications and Requirements for Systems Information Model, *Proceeding of fourteenth IASTED International Conference*, Innsbruck, Austria, 1996.
- [6] LLAMOSAS-VILLALBA, et al., *Aseguramiento de Calidad en Cursos de Educación Superior -ACES-*, ICFES-UIS, Bucaramanga, Colombia, July, 1997.
- [7] Kan, Stephen H., *Metrics & Model's in Software Quality Engineering*, Addison Wesley, MA, 1995.
- [8] Juran, J. M., *Managerial Breakthrough*, McGraw Hill, New York, 1995.
- [9] Jones, Capers, *Assessment and Control of Software Risk*, Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1994.
- [10] *Schulmeyer, G. Gordon & McManus, James I., Handbook of Software Quality, 2nd Edition, Van Nostrand Reinhold, New York, 1992.*
- [11] Pressman, Roger S., *Software Engineering, A Practitioner's Approach*, 4th Edition, McGraw Hill, New York, 1997.
- [12] *American National Standard: Guidelines for Auditing Quality Systems*, ASQC Quality Press, Milwaukee, WI, 1994.

- [13] Arter, Dennis R., *Quality Audits for Improved Performance*, 2nd Edition, ASQC Quality Press, Milwaukee, 1994.
- [14] Special Issue on Requirements, *ACM Communications*, 38(5), ACM, May 1995.
- [15] Orozco, L. E. et al, *¿LA UNIVERSIDAD A LA DERIVA ?*, Tercer Mundo Editores, Ediciones Uniandes, Colombia, 1988.
- [16] Software Engineering Institute, *CMM Practice*, CMU/SEI-93-TR-2.
- [17] IEEE, *IEEE Standards for Software Glossary of Software Engineering Terminology*, Sep. 1990, NY, USA.
- [18] INCONTEC. *Aseguramiento de Calidad serie ISO900*, CDU658.56 :001.4.
- [19] COLCIENCIAS. *Información básica sobre financiación de proyectos de innovación y desarrollo tecnológico en los sectores productivos*, Santafé de Bogotá, Febrero 1997