

**Universidad de las Ciencias Informáticas**

**Facultad 5**



**TRABAJO DE DIPLOMA PARA OPTAR POR EL  
TÍTULO DE INGENIERO EN CIENCIAS INFORMÁTICAS**

**Título:** "La reutilización como parte de la calidad del software.  
Su aplicación en la UCI."

**Autores:**

Zamira Segoviano Martínez

Yusmila Vidiaux Lores

**Tutores:**

Lic. Miguel Sancho Fernández

Lic. Laritza Magdalena Martínez Negrín

**Asesor:**

Lic. Olga Lidia Martínez Acosta

**Ciudad de la Habana, junio de 2007**

**Declaración de Autoría**

Declaramos ser las únicas autoras del presente trabajo y autorizamos a la Dirección de Producción de la Universidad de las Ciencias Informáticas a hacer uso del mismo en su beneficio.

Para que así conste firmamos la presente a los \_\_\_\_ días del mes de \_\_\_\_\_ del año \_\_\_\_\_.

**Autoras:**

\_\_\_\_\_  
Zamira Segoviano Martínez

\_\_\_\_\_  
Yusmila Vidiaux Lores

**Tutores:**

\_\_\_\_\_  
Miguel Sancho Fernández

\_\_\_\_\_  
Laritza M. Martínez Negrín

Tutor: Miguel Sancho Fernández, Ciudad de la Habana..

Licenciado en Ciencia de la Computación, en la Facultad de Matemática y Computación de la Universidad de la Habana en 2003. Actualmente cursa la Maestría en Ciencia de la Computación. Profesor Instructor Adjunto de la UCI, 3 años de trabajo como profesor en la educación superior. Se desempeña laboralmente como Cuadro Profesional de la UJC en la UCI en la responsabilidad de funcionario que atiende la producción, fundador de la UCI.

Email: [sancho@uci.cu](mailto:sancho@uci.cu)

Tutora: Laritza Magdalena Martínez Negrín, Ciudad de la Habana.

Licenciada en Información Científico Técnica y Bibliotecología. Especialista superior de la Dirección de Información de la UCI. 19 años de experiencia. Fundadora de la Biblioteca de la UCI.

Email: [laritza@uci.cu](mailto:laritza@uci.cu)

**Dedicatoria**

A mi mami por ser tan paciente y por ayudarme siempre a salir adelante, a mi novio que ha sido mi confidente y amigo en todo este tiempo. A mi familia en general y a todos mis amigos.

Zamira

Dedico este trabajo a mi mamita querida, a papi y a mami que son mis abuelitos del alma a Martha y Rafe.

A mi familia en general y a todos mis amigos.

Yusmila

### ***Agradecimientos***

Queremos agradecerle a la Revolución y a nuestro Comandante en Jefe por permitirnos formar parte de un sueño hecho realidad; La UCI.

A nuestros tutores Sancho y Laritza, por su inestimable cooperación, su preocupación y ayuda, por la paciencia y esmero, por mantenerse siempre optimistas y formar en nosotras mejores valores humanos.

A Olguita, nuestra Mami-UCI; qué sería de nosotros sin tu apoyo incondicional y por darnos fuerza en los momentos más difíciles.

A Osbel por todo el apoyo brindado y por cedernos sus medios de trabajo de manera desinteresada y humilde. A Yaisel por su apoyo y ayuda.

Agradecer también a los Vicedecanos de Producción por proveernos información y permitirnos enriquecer nuestra investigación.

Quisiéramos hacer extensiva las gracias a todos los amigos y personas que de una forma u otra han aportado un granito de arena para lograr la confección de nuestro trabajo de diploma.

**Resumen**

La reutilización del software es una fórmula de éxito que permite la obtención de productos en un menor tiempo de desarrollo y con mejor calidad. La presente investigación formula una propuesta general que defina las líneas estratégicas para que la Universidad pueda organizar el proceso de producción de software orientado a la reutilización de manera unificada. Para ello se diagnosticaron los principales problemas que imposibilitan hacer de la misma un proceso organizado y sistemático, teniendo en cuenta los procedimientos que se realizan en los tres niveles organizativos: Proyectos Productivos, Facultades y Dirección de Producción. Para el diagnóstico se realizaron encuestas y entrevistas como técnicas para el levantamiento de información.

PALABRAS CLAVE: REUTILIZACIÓN; CALIDAD, FACTORES DE CALIDAD.

## Índice

Introducción	1
Capítulo 1 - La Reutilización, una fórmula de éxito.	5
1.1 Introducción	5
1.2 Factores de la Calidad de Software	5
1.3 Origen del término “reutilización”	6
1.4 ¿Qué se entiende por reutilización?	8
1.5 Métricas de la Reutilización	9
1.6 Enfoques y actividades de la reutilización.	11
1.7 Influencia de la reutilización en la Producción de Software	13
1.8 Dificultades que impiden aplicar una política de reutilización	17
1.9 Situación mundial de la reutilización	21
1.10 Reutilización en Cuba	24
1.11 Reutilización en la UCI	26
Capítulo 2 - El Producto Reutilizable.	29
2.1 Introducción	29
2.2 Reutilización a nivel de Proyectos	30
2.3 Análisis de la Encuesta	31
2.3.1 Estándares de código	33
2.3.2 Reutilización desde los Proyectos.	36
2.4 Tipos de Reutilización	40
2.5 Recursos para la reutilización	44
2.6 Conclusiones del Capítulo	47
Capítulo 3 - La Reutilización del Producto.	49

3.1	Introducción	49
3.2	Reutilización a nivel de Facultad	50
3.2.1	Principales resultados del Proceso Productivo en las Facultades.	61
3.2.2	Principales Insatisfacciones en cuanto a la Producción	61
3.3	Reutilización a nivel de Producción	62
3.4	Principales Paradigmas de reutilización de la UCI.	68
3.4.1	Desarrollo de productos basados en SOA.	68
3.4.2	Desarrollo de Software orientado a Procesos.	72
3.4.3	Desarrollo basado en Software Libre.	74
3.4.4	Factorías de Software.	75
3.5	Conclusiones del Capítulo.	76
Capítulo IV - Propuesta de Estrategia y Visión de la Reutilización.		78
4.1	Introducción.	78
4.2	Visión de la Reutilización	78
4.3	Problemas detectados y sus posibles Soluciones	79
4.3.1	Problemas técnicos.	79
4.3.2	Problemas Tecnológicos.	82
4.3.3	Problemas Culturales.	87
4.3.4	Problemas Organizativos.	88
4.4	Conclusiones del Capítulo.	93
Conclusiones		96
Recomendaciones		98
Bibliografía Citada		99
Bibliografía Consultada		102
Anexos		105
Glosario de Términos		111



## **Introducción**

En los orígenes de la Informática, la producción del software se inició con el desarrollo de programas simples que implementaban algoritmos. Con el paso del tiempo el conjunto de problemas que debían resolverse a través de la construcción de software aumentó considerablemente, por tanto el proceso de producción de sistemas sufrió modificaciones tanto desde el punto de vista cuantitativo (el equipo de desarrollo necesario para la creación de un proyecto creció significativamente), como cualitativo (se hicieron más complejos los sistemas a construir).

Muchos de estos proyectos utilizaban componentes similares, que se desarrollaban partiendo de cero una y otra vez, lo cual obligó a pensar en el empleo de la reutilización como una vía alternativa para la construcción de software. La idea de que el software fuera construido a partir de componentes prefabricados, fue comentada inicialmente por Douglas McIlroy, en la primera conferencia sobre Ingeniería de software patrocinada por el Comité de Ciencia de la OTAN y celebrada en Alemania, en octubre de 1968, siendo ésta una de las opciones para superar la *“crisis del software”*.

El incipiente proceso de fabricación de software de aquella época se encontraba marcado por un grupo de dificultades que aún en nuestros días se ponen de manifiesto con un alcance mundial. Las mismas se encuentran relacionadas con: una planificación y estimación de costos imprecisos, poca productividad, elevadas cargas de mantenimiento, baja calidad de los productos, dificultad en el cumplimiento del tiempo estimado, dependencia de los realizadores y carencia de una metodología orientada a la reusabilidad.

La Industria Cubana del Software aunque tiene algunos años de experiencia, se ha caracterizado por un desarrollo artesanal consistente en pequeños proyectos desarrollados por empresas de manera independiente y no ha estado ajena a la influencia de las dificultades antes mencionadas.

Con la creación de la Universidad de las Ciencias Informáticas, universidad de nuevo tipo que vincula la docencia-producción como modelo de formación profesional, cuyo objetivo es la formación de profesionales altamente comprometidos con la Revolución, calificados en la producción de software y los servicios informáticos, se han dado los primeros pasos para desarrollar una verdadera industria dotada de

especialistas, equipos multidisciplinarios, cronogramas de trabajo a cumplir y pruebas de calidad que garanticen el ascenso de nuestro país a planos superiores en el desarrollo de la informática actual.

La producción de Software en la UCI, aunque significa un paso de avance en el desarrollo de la industria nacional, no está exenta a las dificultades antes mencionadas, concretamente, la carencia de políticas y metodologías que incluyan la reutilización como un factor importante para garantizar aspectos como: elevar de la calidad y la productividad del software.

Teniendo en cuenta la situación antes expuesta nos encontramos con la siguiente interrogante ¿Cómo lograr que los proyectos productivos de la UCI se puedan realizar en el menor tiempo de desarrollo posible, con elevada calidad y eficiencia?

A partir de la problemática anterior, se definió el objeto de estudio de la presente investigación, orientado al análisis de la eficiencia del proceso productivo en la UCI relacionado con la reutilización. También se precisó el campo de acción: la reutilización de software dentro de ese proceso.

Los objetivos generales para el desarrollo de la investigación son:

- Diagnosticar el estado de la reutilización en la UCI, atendiendo a los diferentes niveles en los que se podía estructurar el tema.
- Evaluar las líneas estratégicas que sigue la Universidad y que promueven la reusabilidad.
- Diseñar una propuesta general que permita definir las líneas estratégicas para que la Universidad pueda avanzar a una etapa superior en la Reutilización de Software.

Esta investigación pretende demostrar cómo a partir de una estrategia adecuada de reutilización se puede impactar significativamente en la eficiencia de la producción de la UCI.

Como tareas específicas para la investigación se han propuesto:

- Introducir todos los posibles conceptos que sean necesarios para una mejor comprensión de la terminología relacionada con la reutilización dentro del proceso de construcción de software.

- Aplicar las técnicas de investigación que permitan realizar el levantamiento de información para evaluar el estado de reutilización en la UCI, fundamentalmente encuestas y entrevistas, en los tres niveles organizativos que fueron definidos: Proyectos Productivos, Facultades y Producción.
- Realizar un diagnóstico de la reutilización en los proyectos productivos y en las líneas en las que se está desarrollando la Producción en la UCI.
- Diseñar una propuesta de estrategia para organizar el tema de la reutilización a partir de los diferentes problemas encontrados que frenan este proceso en la Universidad.

Para la estructuración de la tesis, el trabajo se dividió en cuatro capítulos que abordan diferentes temáticas y logran una mejor distribución del contenido y claridad en las ideas. Se tuvo en cuenta, también, la estructura de organización de la producción en la Universidad de las Ciencias Informáticas. A continuación se presentará el nombre de los capítulos y su objetivo en un contexto global.

### **Capítulo I - La Reutilización, una fórmula de éxito**

La reutilización constituye para la producción de software una fórmula exitosa que involucra menos tiempo de desarrollo y más calidad. El propósito de este capítulo es la formalización de todos los conceptos asociados al tema y que son necesarios para la comprensión de la información que se expone en el resto del trabajo, como los conceptos relacionados con los factores de calidad de software, en particular con la reutilización, su origen e importancia en la Industria del Software, las métricas de reutilización más empleadas, enfoques y actividades que comprende este factor. Además se tratarán cuestiones como los beneficios y dificultades que conlleva la misma. Se dará una breve panorámica de cómo se encuentra el tema a diferentes escalas, tanto en el Mundo, como en Cuba, cayendo en el caso particular de la UCI y sus principales niveles de organización.

### **Capítulo II - El Producto Reutilizable**

En este capítulo se exponen datos que permitirán evaluar cómo se encuentra el tema de la reutilización en los Proyectos Productivos de la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI) y para ello se mostrarán

importantes resultados obtenidos de la aplicación de una encuesta en una muestra representativa de proyectos definidos por la dirección de producción de cada facultad.

Se definen además un grupo de conceptos relacionados con la reutilización a nivel de proyectos (referidas fundamentalmente con la programación de un producto), tales como los tipos de reutilización más empleados en la Universidad, y los principales recursos que permiten gestionar la información.

### **Capítulo III - La Reutilización del Producto**

Este capítulo define los principales lineamientos de la producción en las facultades y a nivel central que soporten el proceso de reutilización de software. En primer lugar se evalúan los pasos de avance que se han dado en las facultades y que permitan hacer de la reutilización un proceso centralizado en la gestión de los proyectos. Así como las principales estrategias que se han propuesto por la Dirección de Producción de la Universidad para lograr estructurar el proceso productivo y que favorecen en gran medida la reutilización de software. Se identificaron además los principales paradigmas que constituyen los modelos a seguir por la producción orientada a la reutilización.

### **Capítulo IV - Propuesta de Estrategia y Visión de la Reutilización**

La función principal de este capítulo es analizar de manera general los principales problemas que frenan el desarrollo de una política de reutilización en la Universidad e impiden que la misma sea un proceso organizado y sistemático. Para cada uno de los problemas detectados se plantean un grupo líneas a seguir que contribuyen con la soluciones de los mismos y que permitirán de manera estratégica estructurar el tema dentro de la producción de software en la UCI.

## **Capítulo 1 - La Reutilización, una fórmula de éxito.**

### **1.1 Introducción**

El desarrollo de software es un proceso de alta complejidad que está tomando el protagonismo en todas las ramas de la sociedad. La obtención de sistemas de software de manera eficiente y en el tiempo adecuado está dada por la puesta en práctica de métodos y metodologías de trabajo que permitan obtener resultados altamente favorables. Para lograr estas metas los desarrolladores han recurrido al empleo de la reutilización, factor que favorece en gran medida la construcción de sistemas de mayor calidad.

A pesar de no ser la reutilización, hasta el momento, un proceso generalizado y sistemático, puede evidenciarse que acarrea muchos beneficios para la producción, permite culminar y entregar los proyectos en un corto plazo de tiempo, propicia la aplicación de métricas de calidad que incluyan la reutilización y así obtener la satisfacción de los clientes.

En el presente capítulo se abordarán temas relacionados con los factores de la calidad de software, tanto internos como externos y dentro de estos últimos se analizará la reutilización del software, su origen, importancia, varias definiciones encontradas en la literatura consultada, dificultades que frenan su empleo en el proceso de producción de sistemas, así como las principales métricas encontradas, enfoques y actividades de este factor. Se brindará además una breve panorámica de cómo se comporta la reutilización, tanto a nivel mundial, como en Cuba y particularmente en la UCI.

### **1.2 Factores de la Calidad de Software**

La producción exitosa de software se basa fundamentalmente en la definición de los procesos de Ingeniería de Software y en la introducción de un conjunto de técnicas encaminadas a lograr mejoras significativas en la calidad de dicho producto.

La producción de software de calidad se traduce en la obtención de sistemas rápidos, fiables, fáciles de usar, legibles, modulares y estructurados. Estos adjetivos son originados por dos tipos de factores diferentes, tanto internos como externos, que miden la calidad de un producto.

Los factores de calidad internos son apreciables sólo para profesionales de la informática que tienen acceso a cada una de las fases de desarrollo de un producto, por el contrario, los factores de calidad externos son detectados con facilidad por los usuarios que interactúan con el sistema. (MEYER 1999a)

Entre los factores de calidad internos y externos existe una estrecha relación de dependencia. La clave para obtener los factores externos depende de los internos: para que los usuarios disfruten de las cualidades visibles, los diseñadores y los programadores deben aplicar métodos que aseguren las peculiaridades ocultas del producto. Las técnicas internas no son un fin en sí mismas sino un medio para alcanzar las cualidades externas del software. Entre los más importantes podemos mencionar la modularidad y la legibilidad.

Entre los factores externos de la calidad que se definen en el proceso de producción de software podemos mencionar: la corrección, robustez, extensibilidad, eficiencia, portabilidad, facilidad de uso, compatibilidad, funcionalidad, oportunidad y la **reutilización**, tema fundamental de la presente investigación.

Para que los factores externos sean apreciables por los usuarios de un sistema, dependen en gran medida de los internos, pero muchos de ellos están estrechamente relacionados entre sí e incluso ejercen gran influencia sobre el resto. Siendo el caso de este último por el dominio que ejerce sobre todos los demás factores de calidad.

### **1.3 Origen del término “reutilización”**

El término reutilización en el ámbito de la Informática fue utilizado por primera vez en el año 1968, en el marco de la conferencia de la OTAN sobre Ingeniería de Software, cuando Douglas McIlroy<sup>1</sup> propuso la creación de fábricas de elementos de software análogas a las de componentes de hardware existentes en ese momento y la adopción de bibliotecas de componentes reutilizables (referidas a la reutilización de código) escritas en Fortran o *Assembler*. (PACIFICO 2005)

---

<sup>1</sup> Matemático, ingeniero y programador. Profesor adjunto de informática en la Universidad de Dartmouth. Autor de tubería y filtros de arquitectura de Unix y el concepto entero de componentes de software.

“¡Sigamos el camino marcado por el diseño hardware! No es correcto que cada nuevo desarrollo deba partir de cero. Tendría que haber catálogos de módulos de software al igual que los hay de dispositivos VLSI<sup>2</sup>: cuando se construye un Nuevo sistema, habría que hacerlo solicitando los componentes de estos catálogos y combinándolos, en lugar de estar reinventando la rueda en todas y cada una de las ocasiones. Escribamos menos software y quizás haríamos mejor el software que escribiésemos. ¿No se eliminarían los problemas de los que todo el mundo se queja –los altos costos, los excesos de tiempo, la falta de fiabilidad? ¿Por qué no hacemos así?”. (MCILROY 1968)

Los foros de discusión de la época centraban sus debates en localizar alguna solución viable a lo que se llamó la “*crisis del software*”<sup>3</sup>; momento en que la demanda de creación y mantenimiento de sistemas de software crecía vertiginosamente sin que las empresas del sector fueran capaces de hacerles frente. En este contexto fue donde surgió la propuesta de McIlroy como factor a tener en cuenta en la solución de dicha crisis debido a que el software está típicamente compuesto por partes similares, la mayoría del software nuevo puede ser ensamblado a partir de componentes preexistentes para explotar esta similitud y evitar reinventar soluciones a problemas que ya habían sido encontradas con anterioridad.

Desde entonces hasta nuestros días el proceso de desarrollo de sistemas de software ha evolucionado notablemente, mejorando e incrementando la producción de aplicaciones. Aunque se puede decir que queda mucho por hacer teniendo en cuenta las necesidades de una sociedad del conocimiento cada vez más consumidora y dependiente del software, por consiguiente, menos tolerante a los fallos y más exigente con la calidad de los mismos, por lo que la reutilización de procesos y productos de software desde entonces se ha considerado como la alternativa más realista y técnicamente factible para dar solución a estos problemas de manera óptima y eficiente.

---

<sup>2</sup> Integración a gran escala de circuitos basados en transistores de circuitos integrados, como parte de las tecnologías de semiconductores.

<sup>3</sup> Creciente desbalance entre la oferta y la demanda, que ocasionan deficiencias en la productividad del desarrollo de software, escasez en la oferta de profesionales del área y poco desarrollo en las metodologías y técnicas para la producción.

#### **1.4 ¿Qué se entiende por reutilización?**

La reutilización de software a nivel mundial es considerada como una característica fundamental en el proceso de desarrollo de software, constituye una alternativa de trabajo que permite dar pasos de avance de los procesos de desarrollo de sistemas, puesto que entre sus objetivos pretende aligerar todas las tareas propias de estos procesos e incrementar la calidad de los sistemas obtenidos, para dar respuesta a un mercado que exige productos y servicios cada vez más fiables, baratos y entregados a tiempo, por tanto es considerada por diversos especialistas como la solución más realista para evitar que se repita la tan afamada “crisis del software”. Cabría preguntarse entonces, ¿Qué se entiende por reutilización?

En la bibliografía consultada se pudo constatar la existencia de una amplia gama de definiciones y conceptos, entre los más relevantes y relacionados con el tema, se pueden citar:

*“Software reuse is the process of creating software systems from existing software rather than building them from scratch”* (KRUEGER 1992) [“Reutilización de software es el proceso de crear sistemas de software a partir de software existente, en lugar de desarrollarlo desde el comienzo”]

“Reutilización es la capacidad de los elementos de software de servir para la construcción de muchas aplicaciones diferentes.” (MEYER 1999b)

“La reutilización de software es el proceso de implementar o actualizar sistemas de software usando activos de software existentes.” (SODHI and SODHI 1999)

“La reutilización es un enfoque de desarrollo de software que trata de maximizar el uso recurrente de componentes de software existentes.” (SOMMERVILLE 2006)

Esta diversidad de definiciones se debe a que los expertos en el tema se basaban exclusivamente en su experiencia particular y su propia concepción del mundo informático, sin tener en cuenta los estudios anteriores. Por tanto para las autoras de este trabajo la reutilización del software se define como:

**Una estrategia alternativa para el proceso de construcción de sistemas de software a partir de la utilización de componentes reutilizables desarrollados con anterioridad y en los que se han garantizado factores de calidad tanto externos como internos.**



La reutilización no contempla sólo los elementos que están relacionados con la construcción propia de un producto, sino que es aplicable también a todos los recursos necesarios para su proceso de desarrollo completo. Se considera que cualquier información que el desarrollador pueda necesitar en el proceso de construcción de software es reutilizable. Es un proceso favorable que evita el trabajo redundante partiendo de algún modelo apropiado sobre el que se haya trabajado anteriormente, de esta forma se incrementa la eficiencia del proceso.

### **1.5 Métricas de la Reutilización**

Como ocurre para algunos factores del desarrollo de software, en la reutilización también se pueden definir o incluir métricas que evalúen el proceso de forma apropiada; de modo que se pueda calcular la efectividad de los resultados obtenidos de la aplicación de este factor en la producción de software, aspecto vital a tener en cuenta para conseguir el apoyo de la dirección del proyecto en cuestión.

La reusabilidad se considera una característica esencial del concepto de “learning objects” (cualquier recurso digital que puede ser reutilizado para proporcionar aprendizaje) (WILEY 2001). Sin embargo, el concepto de la reusabilidad de los learning objects (LO), como un factor de calidad clave en el diseño de contenidos, es difícil de caracterizar y medir, ya que implica no sólo la evaluación de los contenidos por sí mismos, sino también un equilibrio entre su usabilidad en contextos específicos, y la amplitud de los contextos educacionales. (SICILIA and GARCIA Octubre 2003)

En la presente investigación se mencionarán de manera general las métricas clásicas de Chidamber y Kemerer que pueden ser utilizadas para medir la reutilización. Entre ellas podemos mencionar:

- ✦ La métrica de los **Métodos Ponderados por Clase (MPC)**: resulta de la agregación de las complejidades de los métodos de una clase dada. Dicha métrica podría ser utilizada como medida de predicción de la reusabilidad de la clase desde el punto de vista de que:

“clases con un gran número de métodos tendrían una mayor dificultad para ser aprovechadas en más de una aplicación específica, lo que limitaría sus posibilidades de reutilización” (CHIDAMBER and KEMERER 1994).

Es por eso que esta métrica, para el caso específico de la Programación Orientada a Objetos, propone la implementación de clases de manera genérica que definan cada método o función de un producto determinado de forma independiente.

- ✦ La métrica **Profundidad del árbol de herencias (PAH)**: es la cuenta de la profundidad en el árbol de herencias de una clase dentro de un marco de software. Esta métrica está relacionada con la reusabilidad desde el punto de vista de que:

“clases que son más profundas en el árbol de herencia son más complejas (debido a que tienen probablemente, heredadas más características), y así menos predisposición a ser reutilizadas” (CHIDAMBER and KEMERER 1994).

- ✦ La métrica **Acoplamiento entre Objetos de las Clases (AOC)**: definen el número de clases con las que los objetos de dicha clase considerada se encuentra acoplada. Altos AOC impiden la reutilización ya que van en detrimento del diseño modular.
- ✦ La métrica **Falta de Cohesión de los Métodos (FCM)** es una medida de la carencia de solapamiento en el uso de los atributos de una clase. Si los métodos utilizan subconjuntos separados de atributos de la clase, se podría hacer la hipótesis de que los métodos no están correctamente agrupados, y que probablemente la clase se podría dividir en muchas más. Clases con un alto FCM dificultan la reutilización ya que aumentan la dificultad de comprensión. Para evaluar la utilidad de esta métrica para LO, se requiere una analogía con los atributos de una clase. Si se considera que diferentes actividades (métodos) dentro de la clase tienen en cuenta algunos conceptos que son importantes para el aprendiz. La disparidad de los objetivos de las actividades que son parte del learning object son un indicador de objetivos mal definidos, lo cual va en detrimento de la reutilización, que se guía por necesidades de aprendizaje discretas y concretas.

Aunque existen otras métricas que permiten particularmente estimar la efectividad de la reutilización, para la Programación Orientada a Objetos las métricas antes mencionadas agrupan de manera general las principales particularidades que se pueden tener en cuenta a lo largo del proceso de construcción de software, fundamentalmente asociado con los LO.

## 1.6 Enfoques y actividades de la reutilización.

Es importante introducir otras definiciones fundamentales como las actividades y los enfoques de la reutilización. En algunos de los documentos consultados que abordan el tema, estos dos términos se toman como uno sólo. A las autoras de este trabajo, les pareció necesario separarlos para lograr una mejor comprensión de los lectores, teniendo en cuenta las diferencias ya sean metodológicas y conceptuales que se establecen entre ellos.

La reutilización es un concepto muy amplio que aborda diversos puntos dentro del desarrollo de software, no sólo comprende la creación de los elementos que se van a utilizar en la construcción de otros productos, sino que incluye además la definición de un conjunto de pasos que se puedan dar para garantizar la reutilización como un proceso completo. Metodológicamente se pueden definir dos enfoques fundamentales atendiendo a las diferentes técnicas que se utilizan para desarrollar sistemas, en los cuales podemos agrupar el proceso de reutilización en una organización determinada:

- ✦ **Enfoque de Productos:** (También se le conoce como enfoque de composición). Como su nombre lo indica, es el enfoque que está orientada a la reutilización de productos o partes de ellos existentes con o sin modificación en el desarrollo de otros productos. Es muy importante evaluar en este enfoque las propiedades de los elementos que van a ser reutilizados para poder determinar la calidad y eficiencia del proceso. Entre las formas más generales en que se manifiesta este enfoque encontramos la reutilización de componentes del software (referidas a cualquier elemento que *compone un sistema*).
- ✦ **Enfoque de Procesos:** (Se le suele denominar enfoque generador) Está dirigido a reutilizar procesos que se han utilizado de forma exitosa para desarrollar un tipo de producto y contribuir con la construcción de productos similares, es decir los esfuerzos están orientados a encontrar modelos que representen el proceso de desarrollo de componentes y herramientas que soporten dichos procesos.

Ambos enfoques son considerados de suma importancia y generalmente son combinados para la definición de una correcta política de reutilización, dando lugar a entornos de desarrollo que soportan la reutilización en las diferentes etapas del ciclo de vida de un producto.

Por otra parte, el proceso de desarrollo de software orientado a la reutilización permite tanto desarrollar como reutilizar cualquier elemento de software, dando origen a dos grandes actividades para alcanzar los objetivos trazados en los proyectos que empleen la reusabilidad en sus sistemas: el desarrollo para reutilización y el desarrollo con reutilización.

- ✦ **Desarrollo para reutilización:** Esta actividad tiene como objetivos seleccionar y catalogar los elementos de software que pueden ser reutilizables, es decir la construcción de elementos genéricos que permitan, realizando las adecuaciones necesarias, ser utilizados en la construcción de otras aplicaciones. Es una actividad que tiene origen dentro de los mismos proyectos que asignan los recursos y el personal necesario para elaborar elementos en beneficio propio o para ser utilizados por otros proyectos o personas. Enfatiza en la necesidad de adquirir (ya sea adecuar, comprar o desarrollar) elementos del software con la suficiente calidad para que puedan ser almacenados con el propósito de reutilizarlos en cualquier momento.
- ✦ **Desarrollo con reutilización:** La presente actividad consiste en la generación de nuevos productos de software a partir de los elementos reutilizables generados durante el desarrollo para reutilización, por lo que depende en gran medida de los artefactos construidos durante el proceso anterior. Este enfoque es fundamental para el desarrollo y progreso de un proyecto productivo, porque es donde se manifiesta que la reutilización de software permite abaratar la construcción del mismo eliminando el tiempo de desarrollo de componentes que ya han sido elaborados y probados previamente, por consiguiente la creación de aplicaciones de forma rápida y eficaz. Destaca la importancia de utilizar conocimientos existentes, para satisfacer los requisitos del nuevo sistema.

Es por eso que se hace necesario para poder introducir una política de desarrollo de software basado en la reutilización, analizar el cumplimiento de estas facetas en cada uno de los niveles de organización de la producción. La figura 1 muestra el ciclo de vida para la producción de un conjunto de aplicaciones que tengan contenida la reutilización como un componente importante dentro del proceso de producción de software, incluyendo ambas actividades.



Figura 1. Ciclo de Vida del Software con la Reutilización

### 1.7 Influencia de la reutilización en la Producción de Software

La reutilización de software como factor externo de calidad, requiere de un esfuerzo adicional, no obstante se considera que tiene un impacto altamente positivo sobre los demás factores que influyen en la producción, entre los que se pueden mencionar: los costos de desarrollo, la productividad, funcionalidad, calidad, eficiencia y mantenimiento del software. A continuación se analiza la influencia que ejerce la reusabilidad sobre el resto de los factores de calidad y su vínculo con otros aspectos relacionados con la producción de software.

#### Reutilización de software y su impacto en los demás factores de calidad

##### ✦ **Funcionalidad**

Se puede definir la funcionalidad de un sistema de software como el conjunto de prestaciones que ofrece al usuario, ésta guarda relación directa con los requisitos iniciales. La reutilización proporciona una base para el establecimiento de prototipos rápidos de forma que permite al usuario estimar la funcionalidad o el conjunto de posibilidades que proporciona el sistema y corregirla en las primeras etapas de su ciclo de vida.

### ✦ **Fiabilidad**

La fiabilidad de un sistema mide la capacidad de mantener sus prestaciones, bajo una serie de condiciones de aplicación, a lo largo de un período de tiempo. La utilización de componentes bien probados, en varios sistemas, incrementa la posibilidad de detectar errores y fortalecer la confianza de dicho componente.

### ✦ **Eficiencia**

La eficiencia de un sistema de software relaciona su rendimiento con la cantidad de recursos que consume durante su vida útil, además de los que se han invertido en su creación. La reutilización proporciona un mejor rendimiento de un elemento reutilizado, del que obtendríamos para uno que se desarrolla y utiliza una sola vez.

### ✦ **Capacidad de mantenimiento o reparabilidad**

Es más fácil el mantenimiento de aplicaciones construidas a partir de software reutilizable, ya que facilita la reparación de los defectos. Las modificaciones que sea preciso realizar, en muchos casos, puede que ya estén previstas y además, los costos serán compartidos, ya que el mantenimiento se hará centralizado y no en cada aplicación particular.

### ✦ **Portabilidad**

Un sistema de software será más portable cuanto más fácil sea su transferencia de un entorno a otro. Como esta es una de las características de mayor peso a la hora de generar software reutilizable, la portabilidad se verá incrementada en sistemas donde se ha aplicado reutilización.

### ✦ **Productividad**

La reutilización de software proporciona un incremento de la productividad debido a que hay que desarrollar menos código. Esto permite que tengamos que dedicar menos esfuerzo en la realización de las pruebas de software, y también que ahorremos en labores de análisis y diseño, lo que aporta un ahorro general de los costos.

## **Reducción de esfuerzo**

"La reutilización de software permite reducir los costos de diseño, codificación y comprobación, porque se amortiza el esfuerzo a lo largo de varios años. Al reducirse la cantidad de código, se simplifica también la comprensión, lo cual hace que aumente la probabilidad de que el código sea correcto". (RUMBAUGH 1991)

La reutilización de software aporta una reducción del trabajo redundante, y por tanto del tiempo de desarrollo, lo que supone una disminución del tiempo necesario para culminar la aplicación. De forma adicional, se puede reducir la documentación, los costos, y los equipos de desarrollo.

### **✦ Trabajo redundante y tiempo de desarrollo**

Desarrollar cada sistema partiendo de cero supone desarrollo redundante de algunas partes de los sistemas, como interfaces de usuario, comunicaciones, algoritmos básicos, etc. Esto se puede evitar cuando estas partes estén disponibles como artefactos reutilizables y se puedan compartir, consiguiendo invertir menos esfuerzo y por tanto, menos tiempo de desarrollo.

### **✦ Tiempo necesario para culminar la aplicación**

El éxito o fracaso de un producto de software se determina frecuentemente por el tiempo que tarda en ser empleado. La utilización de elementos reutilizables obtiene una reducción de este tiempo. Se han conseguido reducciones de hasta un 42% en algunos proyectos específicos. (INFORMÁTICA 2004-2005)

### **✦ Documentación**

Aunque la documentación es muy importante para el mantenimiento de un sistema, con frecuencia suele descuidarse. La reutilización reduce la documentación nueva que hay que escribir, aunque aumenta la importancia de lo que se escribe. Sólo hay que documentar la estructura general del sistema y los artefactos nuevos desarrollados. Esta documentación se puede compartir entre muchos sistemas de software.

### ✦ **Costos de mantenimiento y de entrenamiento**

Se espera encontrar pocos errores cuando se utilizan componentes probados, y hay que mantener una menor parte del sistema de software. A lo largo del tiempo, los ingenieros de software se familiarizan con los componentes reutilizables que están disponibles. De esta forma, tienen un buen conocimiento del trabajo de muchos de estos sistemas a la hora de comenzar a diseñar y desarrollar nuevas aplicaciones.

### ✦ **Tamaño del equipo de desarrollo**

Doblar el tamaño de un equipo de desarrollo no implica la duplicación de la productividad. Sin embargo si se emplea la reutilización para la construcción de un producto determinado con el mismo tamaño de equipo se podrían enfrentar proyectos de mayor complejidad.

### **En resumen:**

La interacción de la reutilización de software con los otros factores de calidad tiene lugar de forma muy natural. No es necesario estudiar los detalles de implementación de todos los componentes que reutilicemos; las interfaces por sí solas pueden aportar información importante sobre cómo se han diseñado y su interoperabilidad.

Los beneficios de la reutilización no pueden ser apreciados de manera independiente, sino que influyen unos en otros y en conjunto se traduce en el incremento de la calidad del software generado, con una clara repercusión económica al disminuir los costos de mantenimiento y del proceso de desarrollo, debido a que:

- ✦ Se trabaja de forma más rápida;
- ✦ Se trabaja más eficientemente porque constituye un elemento importante para garantizar que el proceso de desarrollo de software sea más controlado (permitiendo hacer estimaciones más precisas en cuanto a los costos, mejoras en el propio proceso, en la evaluación y mejora de los sistemas).



- ✦ Se trabaja de forma más hábil, se evita la duplicación de trabajo, con software realizado por especialistas en cada área, reduciéndose así el tamaño de los equipos de trabajo y facilitando su interoperabilidad.
- ✦ Se pueden desarrollar productos cada vez con mayor complejidad en el mismo tiempo de desarrollo.

### **1.8 Dificultades que impiden aplicar una política de reutilización**

"Las metas de la reutilización deben estar acompañadas por un cambio cultural" (MARING 1996)

A pesar de los beneficios que ofrece la reutilización de software, no se utiliza tan ampliamente como sería de esperar. Existen varios factores que influyen directa o indirectamente en el éxito o fracaso de la aplicación de una política de reutilización, principalmente relacionados con motivos culturales, económicos, técnicos y de organización.

Las organizaciones suelen adoptar una postura resistente a la aplicación de la reutilización, es por ello que los **motivos culturales** representan una de las principales dificultades existentes.

Entre las limitaciones que ha enfrentado la reutilización podemos citar:

- ✦ La teoría de la implementación de reusabilidad es simple, no así su puesta en práctica.
- ✦ La mayoría de las metodologías que los desarrolladores de software emplean no incluyen la reusabilidad.
- ✦ Las metodologías de producción de software no definen explícitamente dónde, cuándo y cómo practicar reuso como parte del proceso de desarrollo, es decir la carencia de una metodología orientada a la reutilización.
- ✦ Problemas culturales y actitudes desfavorables sobre la reutilización.

## **Motivos económicos**

El desarrollo de una política íntegra que favorezca la reutilización requiere una elevada inversión inicial de la que, además, sólo va a ser posible obtener beneficios a mediano y largo plazo. Se necesita invertir para:

- ✦ La obtención de software reutilizable.
- ✦ Reutilizar el software obtenido.
- ✦ Definir e implementar el proceso de reutilización.

La reutilización necesita inversiones reales en infraestructura, metodologías, entrenamiento y herramientas, y sus frutos sólo se materializan años después. El desarrollo de componentes para la reutilización es más caro que el desarrollo tradicional para un sólo uso. Se necesitan niveles más altos de calidad, confiabilidad, portabilidad, mantenimiento, generalidad y documentación. Aún así bien vale el esfuerzo, siempre será más costoso no hacerlo. ¿Cuanto cuesta perder el esfuerzo de años de los mejores proyectos?

## **Motivos técnicos**

Hasta el momento son poco empleadas las herramientas que faciliten o automaticen las tareas propias de un programa de reutilización como pueden ser: la clasificación y búsqueda de elementos de software, y la adaptación e integración de dichos elementos en los nuevos sistemas. Por ello este se convierte en una de las principales dificultades de la reutilización.

Se hace necesario contar con una adecuada gestión de la información en los proyectos para socializar el conocimiento con que se cuenta y permitir que sea accesible para todos los desarrolladores e incluso que tenga facilidades para poder integrarla a la construcción de nuevos productos.

El trabajo de diploma “Estudio para la implantación de una biblioteca de componentes reutilizables en la UCI.” tiene como principal objetivo brindar los pasos a seguir para la construcción de una herramienta que permita automatizar todos los elementos que puedan ser reutilizables a lo largo del proceso de desarrollo de un producto para dar solución a las deficiencias técnicas que se encuentran en los proyectos

productivos de la Universidad de las Ciencias Informáticas y por tanto, ésta complementa la presente investigación.

### **Motivos de organización**

La reutilización no es un problema técnico que deba ser sólo resuelto por los ingenieros de software. El soporte a la gestión y una estructura de organización adecuada son igualmente importantes. Los inconvenientes más habituales de la reutilización en este aspecto son:

#### ✦ **Gestión de proyectos**

Si la gestión de proyectos tradicionales no es una tarea sencilla, todavía tenemos menos experiencia con proyectos que hacen uso de la reutilización. Dar el paso hacia una reutilización de software a gran escala tiene un fuerte impacto sobre el ciclo de vida completo del software.

#### ✦ **Estructuras de organización inadecuadas**

Las estructuras de organización deben considerar diferentes necesidades que se alcanzan cuando se adopta explícitamente una reutilización a gran escala. Por ejemplo, puede crearse un equipo separado para recoger, mantener y aportar componentes reutilizables.

#### ✦ **Falta de incentivos de gestión**

En muchos casos la dirección de los proyectos no incentiva a sus desarrolladores a la puesta en práctica de la gestión del conocimiento. La reutilización es un proceso que requiere del esfuerzo de todos, desde cualquier punto de vista, tanto desarrollar componentes de software, como reutilizarlos e incluso mantenerlos.

### **En Resumen:**

La reutilización no consiste sólo en reutilizar software, es además la acción de volver a utilizar los productos o partes de ellos. La utilidad puede evidenciarse para el usuario mediante las acciones de mejora o restauración del producto.

Debido a que el software está típicamente compuesto por partes similares, la idea básica es que la mayoría de los productos nuevos puedan ser ensamblados a partir de componentes preexistentes, permitiendo eliminar completamente el esfuerzo implicado en realizar todas las tareas del desarrollo de un sistema.

Aplicar la reutilización de software optimiza el tiempo de trabajo; ya que resulta muy gratificante que un cliente pueda obtener el producto que desea en tiempo o antes de lo esperado.

Es una vía complementaria para la mejora de los procesos de desarrollo de sistemas, aunque hasta el momento los intentos de incorporar este tipo de planes de reutilización se han visto frenados por diversos factores. Con un programa de reutilización sistemática, se alcanzaría los objetivos de aligerar todas las tareas que intervienen en el desarrollo e incremento de la calidad de los sistemas obtenidos.

Permite además lograr que el software sea más fácil de modificar; y los elementos de software más aplicables. Como resultado, se obtendrían arquitecturas más centralizadas, en donde los componentes son independientes y sólo se comunican a través de interfaces bien definidas.

Aunque la reutilización presenta estas dificultades se puede determinar que es una buena opción en el proceso productivo. Con su aplicación se obtienen resultados inmediatos y eficientes, porque en el proceso de desarrollo se controla más la precisión del trabajo, se obtienen estimaciones más seguras y mejoras en la evaluación del propio proceso. Se desarrollan otras habilidades porque se evita la repetición innecesaria de elementos de software realizados por especialistas en determinadas áreas, reduciéndose así el tamaño del equipo de trabajo y facilitando la interoperabilidad.

Las dificultades que presenta la industria del software para que la reutilización sea un tema común en todos los proyectos, son problemas perfectamente corregibles. Una de las líneas en la que se debe trabajar es en lograr una conciencia general en el personal, haciéndoles entender todos los beneficios que ofrece este factor. Se deberían destinar los recursos necesarios para sustentar los costos de la reutilización. Y a su vez implementar metodologías generales que sean patrones por los que se rijan los proyectos.

### 1.9 Situación mundial de la reutilización

Mundialmente la producción de software es una de las ramas de la economía que ha tomado mayor fuerza en los últimos tiempos. Cada una de las organizaciones que desarrollan el tema ha elaborado sus propias estrategias para construir nuevos sistemas con gran calidad y rapidez. Muchas empresas líderes en esta esfera consideran la reutilización como una de sus principales estrategias para acelerar el proceso de producción, entre las que podemos encontrar:

Microsoft, potencia en el mundo de los sistemas informáticos que impulsa el desarrollo del tema e incluso muchos de los productos que ha lanzado al mercado favorecen la reutilización a cualquier nivel. En la práctica cotidiana se pueden mencionar los siguientes ejemplos de reutilización:

- ✦ Las Tecnologías.NET: fundamentalmente a través de las aplicaciones.NET, Framework que constituyen la unidad fundamental de implementación, control de versiones, **reutilización**, entre otros aspectos.
- ✦ Las herramientas del Office, entre las que se encuentra , el programa Infopath de Microsoft Office 2003, que facilita la recuperación y **reutilización** de información de toda la organización; la misma es guardada en los diferentes formularios y puede ser usada por diferentes sistemas y procesos, ya que es almacenada en archivos XML.
- ✦ Se puede considerar que el lanzamiento de nuevas versiones diferentes de una misma línea también es una manera de reutilizar, porque los desarrolladores no parten de cero, sino que hacen modificaciones a los productos anteriores para obtener sistemas más acabados. ([www.microsoft.com](http://www.microsoft.com))

La Compañía española “The Reuse Company” especializada en la gestión del conocimiento, fundamentalmente en la reutilización. Han construido la herramienta **swREUSER** diseñada para permitir a los ingenieros de software el desarrollo de sistemas de información basados en el paradigma de la **reutilización** y utilizando la gestión del conocimiento apropiada; con la potencia de una completa herramienta CASE, pero incluyendo capacidades de recuperación y reutilización de software de alto nivel.

“El verdadero valor de la reutilización de software no radica en reutilizar código fuente, sino modelos, requisitos, entre otros elementos. Por ello **swREUSER** permite la reutilización de activos de software y reduciendo al máximo los costos y las inversiones iniciales.” (COMPANY 2007b)

### Características principales de la herramienta

- Gestión de requisitos: desde la captura automatizada a la difusión de los mismos.
- Gestión de riesgos: permite su priorización, y la vincula con el resto de elementos del ciclo de vida.
- Estimación: utilizando la combinación de técnicas Puntos de Función y COCOMO II.
- Modelado: la herramienta más semántica del mercado para el modelado con UML. Compatibilidad bi-direccional con Rational Rose y módulo para la comparación de modelos.
- Control: incluye métricas MOOD y MOOSE.
- Pruebas: gestión de *Test Suites* y *Test Cases*.
- Gestión de diferentes versiones de un mismo modelo.
- Matriz de trazabilidad a todos los niveles.
- Trabajo colaborativo con módulos de fusión automáticos.
- Reutilización de software.

Software REUSER cumple con las especificaciones de la metodología “Incremental Reuse Method” (**IRM**) basada en Unified Process (UP) pero enfatizando en la reutilización sistemática del software, es por eso que define algunos procesos que no son definidos por RUP. (COMPANY 2007a)

La herramienta se compone además de:

- Un repositorio para poder almacenar el contenido de los modelos Rose: no su descripción, sino su contenido UML real.
- Técnicas de recuperación para localizar cualquier modelo UML basado en su similitud con otro dado.

Por lo tanto es capaz de conectarse con el repositorio “Reuse Server”, y almacenar todos los activos gestionados durante el ciclo de vida.

En otros estudios encontrados en la bibliografía consultada se ha demostrado la efectividad de la reutilización de software y la vinculan con los elementos del proceso de construcción de software. (MONTILVA 2003)

- El 75% del código que se crea en una empresa realiza funciones que se tendrán que utilizar en otras aplicaciones, entonces, ¿por qué no sólo volver a utilizarlos, en vez de volver a escribirlos?
- Del 40-60% de las aplicaciones (código fuente) podrían ser reutilizadas ya que realizan funciones similares.
- Aproximadamente el 60% del diseño y del código de aplicaciones administrativas es reutilizable.
- Sólo el 15% del código encontrado en muchos sistemas es único y novedoso para una aplicación específica.
- El rango general de reuso potencial en aplicaciones informáticas oscila entre el 15% y el 85%.

En resumen, muchas publicaciones plantean que la reutilización es un factor que indica en qué medida un programa puede ser usado en la construcción de otras aplicaciones.

Incluso se ha demostrado que la aplicación de los principios de la reutilización de software proporciona grandes beneficios en la reducción de costos, tiempo y esfuerzo a lo largo del ciclo de vida de la producción. (PEÑALVO 2001)

- En la Navy se reportó una reducción del 26% en las horas de trabajo.
- Raytheon (Missile System Division), fabricante de tecnología militar reporta un incremento del 50% en la productividad de los sistemas.
- *Fujitsu Software Corporation*, líder en la producción de productos de software ha pasado del 20% al 70% en los productos que se entregaron a tiempo.
- El ejército de EEUU ha estimado un ahorro de \$479.9 millones en el desarrollo de los sistemas del *Army Tactical Command and Control System (ATCCS)*.

### **1.10 Reutilización en Cuba**

El desarrollo de software en Cuba ha sido considerado como una industria potencialmente beneficiosa. La llamada “Industria Cubana del Software”, agrupa organizaciones y empresas de todo el país. No todas las entidades que pertenecen a esta institución se especializan en la construcción de sistemas, algunos se dedican exclusivamente a procesos de investigación, fundamentalmente temas asociados con la calidad del software y sus procesos, pudiendo mencionar a AVANTE.

Aunque es importante señalar que es una industria incipiente aún, ya que se requieren muchos años de experiencia incluso para ganar renombre a nivel mundial. Por eso también se necesita ganar en claridad de metodologías y técnicas que aceleren el proceso de construcción de software. En muchas de estas empresas se reconoce la reutilización como una de estas estrategias.

SOFTEL, empresa cubana con más de 21 años de experiencia, especialista en la creación de software para la salud, consideran que la reutilización “es imprescindible para alcanzar los niveles de eficiencia y productividad requeridos para garantizar la sostenibilidad de los productos”. Hace más de cinco años que ha integrado este factor a sus métodos de trabajo, aplicándolo en todos los nuevos desarrollos y en la integración de nuevas soluciones. La forma en que se manifiesta la reutilización en esta entidad es muy amplia ya que la emplean a través de cualquier elemento que pueda ser reutilizable, ya sea código, componentes, datos, programas, módulos, entre otros. A pesar de presentar dificultades en cuanto a la cultura tecnológica y la parte organizativa del asunto, consideran que es un factor indispensable para la creación de nuevos productos a partir de los anteriores.

También podemos citar el caso de Tecnomática, que cuenta con más de 25 años de experiencia. Por lo general se dedican a la Gestión Empresarial, principalmente el área de Contabilidad y Finanzas; pero se han elaborado productos para el control de procesos industriales, la comercialización e incluso se incursionó en el desarrollo de sistemas de información geo-referenciados. Desde hace más de dos décadas emplean la reutilización en la producción de software porque consideran que ahorra mucho tiempo, permite dar soluciones estandarizadas y más seguras ya que se utiliza código que ha sido probado en la práctica, aunque en sus inicios se hacía de forma individual y no organizada, siendo desde hace dos años que existe una política más efectiva y generalizada al respecto; permitiendo aumentar



considerablemente la productividad del proceso de desarrollo. En los productos de más importancia que se han obtenido en esta época se ha empleado la reutilización, entre ellos podemos citar: *SISCONT 5*, *ARCO92* y *ARCOFLOW*. Al igual que la empresa antes mencionada, los elementos que más han reutilizado son: el código, los componentes, datos, entre otros en menor grado. La falta de estándares prefijados, de documentación técnica de los componentes, estructuras de datos y código que se reutilizan son las principales dificultades que han enfrentado. Pero Tecnomática considera que es más factible crear los nuevos productos aplicando este factor porque permite a los técnicos concentrarse en los problemas de la nueva funcionalidad solicitada ya que se aprovechan programas y datos ya elaborados y probados previamente. Además reduce el tiempo de desarrollo y aumenta la seguridad y confiabilidad del producto final.

Otro elemento importante en cuanto a producción de software en el país, lo constituye el aporte de las Universidades no sólo en la preparación de los profesionales en la rama, sino también como parte fundamental en la construcción de software. Es por eso que creemos necesario tener en cuenta el criterio de algunas de ellas, pudiendo citar el caso de la Universidad Central de las Villas que cuenta con más de dos años de experiencia como “empresa” dentro del Ministerio de Educación Superior (MES), siendo el turismo y la educación las principales esferas en las que trabajan. En dicha institución se dieron los primeros pasos en el campo de la reutilización hace más de 8 meses considerando que constituye un factor importante en el ahorro del tiempo y los esfuerzos. Los principales tipos que emplean en mayor medida son: De Componentes, Código, Arquitectura y de Diseño.

Estos dos últimos, aunque no constituyen elementos tangibles del software, son fundamentales también para impulsar el tema. La principal dificultad que han encontrado a la hora de emplear la reutilización, es que todo lo que desarrollan no lo conciben como un elemento que pueda ser reutilizado posteriormente y por tanto, dedican tiempo y esfuerzo extra.

Dentro de la misma Universidad existe un grupo investigativo, Laboratorio de Investigación de Informática Educativa del Centro de Estudios de Informática, con más de 17 años de experiencia en el tema de la producción de software para la educación fundamentalmente, en el que consideran que la reutilización es un factor importante dentro del proceso de desarrollo de software, que permite ahorrar tiempo y contribuye con el perfeccionamiento de los resultados, siendo los elementos más empleados: el código, los

componentes, módulos, diseño y arquitecturas. El problema principal que han enfrentado es la documentación y la comprensión del código.

### **1.11 Reutilización en la UCI**

Habitualmente los estudios universitarios se basan en la asimilación de conocimientos en una rama determinada, pero es muy difícil que durante el proceso docente también se vincule la aplicación práctica de los mismos. La concepción de las Universidades Cubanas se aleja un poco a esta realidad ya que en muchos de los casos ambos procesos (Docencia-Producción) están estrechamente relacionados e incluso se desarrollan paralelamente.

Por otra parte a las empresas de desarrollo de software se les dificulta un poco realizar procesos investigativos pues tienen que depender de un mercado cada vez más exigente en tiempo, costo y calidad.

La vinculación Universidad-Empresa es una de las soluciones a esta situación, que constituye una alianza estratégica de intercambio donde la primera obtiene la facilidad de aplicar sus investigaciones, vincular sus estudiantes y profesores al mundo empresarial y la segunda recibe el conocimiento e innovación constante que generan las Universidades.

La Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI) fue creada sobre la base de este nuevo concepto de Universidad productiva, logrando estrechar los lazos con muchas empresas nacionales y extranjeras.

Este nuevo concepto implica que la producción pasa a jugar un papel tan importante como la docencia. Los estudiantes deben estar vinculados desde los primeros años a proyectos productivos. Para el logro de estos objetivos se han concentrado en la UCI: recursos humanos, tecnología de punta y conocimiento.

Pero antes debemos preguntarnos ¿Qué ocurre con la reutilización de software en la Universidad de las Ciencias Informáticas?

En los siguientes capítulos se analizará el proceso productivo de la UCI teniendo en cuenta tres niveles que tomamos para organizar de manera comprensible la producción en la Universidad<sup>4</sup>: Proyectos Productivos, Facultades y Producción, para tener una idea de los pasos que se están dando encaminados al desarrollo de software orientado a la reutilización dentro de la Universidad de las Ciencias Informáticas. Estos niveles no representan como está estructurada la Producción en la UCI, sino que lo más importante son los procesos que se realizan en ellos y que de una manera u otra tributen a la Reutilización de Software.

- ✦ **Proyectos Productivos:** Constituyen la base de la producción en la UCI, es la entidad que se encarga de manera directa de la construcción de los productos que se le piden a la Dirección de la Universidad.
- ✦ **Facultades:** Es el nivel que se encarga de la Gestión de los Proyectos y de los recursos para la realización de los mismos, tiene a su cargo además la organización de la docencia estrechamente relacionada con la formación profesional de los estudiantes.
- ✦ **Producción:** Comprende todos los principales lineamientos que se definen por la Dirección de Producción y es el nivel que proporciona los pasos para organizar la producción en la UCI, retroalimentándose de los niveles anteriores.

---

<sup>4</sup> Estos niveles son tomados en cuenta para las autoras de esta investigación, pero no significa que sean los niveles de organización de la Producción en la UCI, solo f+facilitarán la comprensión del presente trabajo.



**Figura 2: Niveles que tributan a la Reutilización.**

## **Capítulo 2 - El Producto Reutilizable.**

### **2.1 Introducción**

A nivel mundial la producción de software contribuye cada vez más al desarrollo alcanzado por un país; el nuestro está enfrascado y ha puesto todos los recursos necesarios para lograrlo; es imprescindible también formar capital humano para alcanzar estos objetivos. La Universidad de las Ciencias Informáticas, se está abriendo paso, día a día en el mundo del software, formando profesionales capaces de desempeñar todas las responsabilidades asignadas.

El Proceso de Producción de Software de la UCI, está basado fundamentalmente en la colaboración mutua que se ha establecido con diferentes empresas externas. En este intercambio las instituciones satisfacen sus necesidades investigativas y productivas y la Universidad complementa la capacitación de sus estudiantes en su formación profesional, compartiendo el desarrollo de productos desde los diferentes proyectos como la célula esencial de la producción. Para el desarrollo de un producto determinado se tiene en cuenta la definición de las metodologías y herramientas que se van a emplear, asegurando la calidad de los resultados. A pesar de la resistencia de los desarrolladores a emplear la reutilización, la falta de madurez y la carencia de medios tecnológicos para automatizar el proceso, es un tema que está en auge y que tiende a caracterizar la construcción de software en la actualidad. Pero ¿Qué sucede en los proyectos productivos de la Universidad de las Ciencias Informáticas con el tema de la reutilización?

En el presente capítulo se dará respuesta a esta interrogante, sobre la base del levantamiento de información del estado de la reutilización en una muestra de los proyectos de la UCI. Para ello esta investigación tuvo en cuenta la aplicación de una encuesta que, entre otros aspectos, mide: el grado de conocimiento y asimilación del proceso de reutilización, los métodos empleados, los criterios y expectativas sobre la organización del tema en la Universidad. Se abordarán además temas relacionados con las técnicas, y metodologías aplicadas en los diferentes proyectos de manera tal que identifiquemos los factores determinantes en este nivel, analizando minuciosamente el trabajo interno de los mismos. También se tratarán los principales conceptos relacionados con la reutilización, como son: componentes reutilizables, repositorios de códigos, biblioteca de componentes, entre otros, con el objetivo de lograr una mejor comprensión del capítulo.

## **2.2 Reutilización a nivel de Proyectos**

La producción de software requiere de varios recursos; además de tener bien definidas las metas y objetivos para los cuales fue creado un proyecto, también se necesita disponer de los medios tecnológicos y el capital humano para desarrollarlo. Así como la definición de las herramientas, arquitectura y metodologías de desarrollo que se van a utilizar. Un proyecto idóneo debería disponer además de un plan de desarrollo encaminado a la reutilización de software como una de las tareas fundamentales del proceso de construcción de software actual.

El proceso de desarrollo de software basado en la reutilización es muy complejo porque requiere de la integración de diversos factores como disponibilidad de recursos que permitan socializar la información, la capacitación del personal para enfrentar el cambio que acarrea construir software a partir de los elementos que otros desarrollaron e incluso definir estándares que precisen como implementar el producto de manera común, pero trae consigo avances ventajosos en los proyectos y permite cumplir las metas trazadas por la dirección del proyecto. Coloca, además, el prestigio de la Universidad en un lugar meritorio trabajando conjuntamente con empresas externas.

“Un proyecto productivo en la Universidad de las Ciencias Informáticas es la vinculación de un determinado conjunto de estudiantes y profesores en la realización de un producto atendiendo a las necesidades informáticas y productivas que se planteen” (GISPERT 2005 ). En la UCI, como Universidad-Productiva, es la célula fundamental de la producción y la investigación.

Las características ideales para desarrollar un proyecto orientado a la reutilización incluyen aspectos como reusar cualquier elemento tangible o intangible, que ayude a agilizar el desarrollo del producto o crear sus propios recursos que faciliten volver a emplearlos en otras etapas o versiones del proyecto. ¿Qué aspectos caracterizan el empleo de la reutilización en los proyectos productivos?

La reutilización en la UCI es un tema muy polémico debido a la cantidad y diversidad de proyectos productivos que encontramos, cada uno con sus características y líneas de trabajo específicas, la cantidad de clientes diferentes con los que se ha trabajado, las tecnologías, metodologías de desarrollo utilizadas y la formación de los estudiantes a partir de la diversidad en los perfiles de las facultades hacen de la Producción en la UCI un proceso descentralizado.

Aunque algunos consideran que la reutilización de software a nivel de proyecto se reduce solamente a reemplazar todo o parte del código de un producto, para las autoras de este trabajo es un concepto mucho más amplio que abarca todos los aspectos relacionado con el proceso de producción y contempla además los factores directos e indirectos que impactan de manera significativa en la producción, tales como las herramientas, la documentación, elementos culturales, entre otros.

### **2.3 Análisis de la Encuesta**

Para valorar cuales son los puntos de contacto que se establecen entre los proyectos productivos y la reutilización es necesario realizar una evaluación práctica de cómo se desenvuelve el tema en la Universidad. Para ello en esta investigación se elaboró una encuesta que tiene como función principal diagnosticar el estado de la reutilización, que mide si se emplea este factor en la producción, unido al interés de identificar los aspectos relevantes que caractericen la reutilización, además de conocer un poco más de lo que se realiza en cuanto a impulsar las actividades antes mencionadas. Se aportaron, igualmente, los criterios más significativos de los líderes en cuanto al tema y que ventajas y desventajas les ha proporcionado.

Para aplicar la encuesta se seleccionó una muestra atendiendo al criterio de los Vicedecanos de Producción de cada una de las facultades que fueron entrevistados, arrojando una cifra de 25 proyectos, teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

- La tipicidad y relevancia de los proyectos.
- Las características particulares de cada uno.
- Tamaño del equipo de desarrollo.
- Representatividad de varias facultades.

De un total de 126 Proyectos de la Universidad esta muestra cuenta con un 95% de confiabilidad y un margen de error de  $\pm 18$ , tomando en cuenta el uso de la herramienta “Levantamiento Poblacional para Muestras Representativas”, creado con el objetivo de automatizar la fórmula estandarizada de selección muestral por el Msc. Pedro Carlos Pérez Martinto en el año 2003. Desde el punto de vista estadístico representa el 20% de la totalidad de los Proyectos Productivos de la UCI.

Este cuestionario fue respondido por los líderes de proyectos o los compañeros que se encuentran eventualmente frente a los mismos, en algunos casos que son principalmente los expertos en el área de la producción.

<b>Facultades</b>	<b>Cantidad</b>
Fac. 1	5
Fac. 2 <sup>5</sup>	0
Fac. 3	2
Fac. 4	4
Fac. 5	3
Fac. 6	4
Fac. 7	1
Fac. 8	1
Fac. 9	2
Fac. 10	3
<b>Total</b>	<b>25</b>

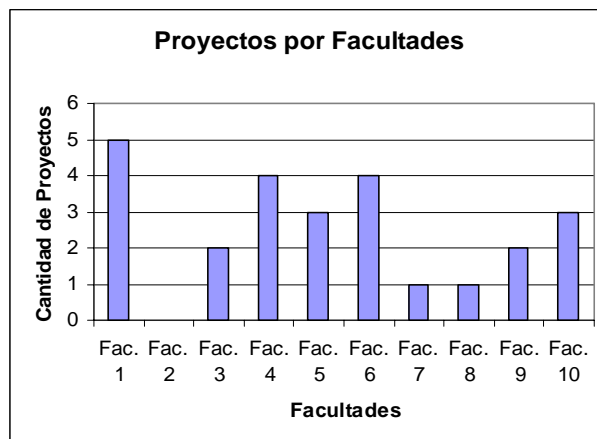
**Tabla 1: Cantidad de Proyectos seleccionados por Facultades**

En el siguiente gráfico se evidencia la representatividad de los proyectos de cada facultad, aunque es importante destacar que no se tuvo en cuenta el mismo porcentaje para cada una de ellas.

---

<sup>5</sup> Es importante señalar que no se seleccionó ningún proyecto de la facultad 2 por la confidencialidad que deben cumplir los proyectos.





**Gráfico 1: Cantidad de Proyectos por facultades**

## **Resultados que arrojó la encuesta**

### **2.3.1 Estándares de código**

Algunos de los métodos que se utilizan en el proceso de producción de software incluyen establecer estándares de código en el caso de la implementación del producto para normalizar la codificación y la programación. Los estándares de código, también conocidos como estilo de programación o convención de código, es un término que describe condiciones para escribir código fuente en ciertos lenguajes de programación, ejemplo de estándares publicados en Internet de diferentes lenguajes como Java (SUN MICROSYSTEMS 1997), C# (HARTOG and DOOMEN 2005), Python (ROSSUM and WARSAW 2007), PHP (GROUP 2007), e incluso publicaciones de estándares atendiendo a las plataformas de desarrollo, como es el caso de GNU/Linux (STALLMAN 2007). Frecuentemente el estilo de programación es dependiente del lenguaje que se ha elegido. Dichos estándares constituyen un elemento fundamental para aquellas organizaciones que utilizan una amplia gama de tecnologías de información y de programación y ofertan además un sinnúmero de servicios para diversos clientes, como la UCI.

Desde el punto de vista práctico, el empleo de estos elementos para dar formato al código fuente de un producto ahorra tiempo, facilita el intercambio de información de los integrantes del proyecto en cuanto a la ventajas que proporciona para entender el código realizado, por tanto favorece la reutilización de

código, hace más sencilla la revisión de la codificación por terceros, como el Proyecto Calidad y ayuda a la documentación del producto.

Las convenciones de código son importantes debido a que el 80% del tiempo de vida de un programa se dedica al mantenimiento del mismo (SUN MICROSYSTEMS 1997), por lo tanto los estilos de código permiten aumentar la legibilidad de los programas, favoreciendo a los desarrolladores de software comprender el código de manera rápida y por lo tanto no depender de los autores para mantener o modificar el producto. Y lograr así, acortar el esfuerzo que se dedica en comprender y mantener el software. Además de favorecer a los programadores comprender el código que otros han desarrollado y de esta forma representar un punto de avance para reutilizar.

En la UCI de la muestra de proyectos seleccionada el 72% tiene incluido en su desarrollo el empleo de estos estándares, independientemente del lenguaje de programación que emplean.



**Gráfico 2: Comportamiento de los estándares de código por proyectos**

Las facultades que más han trabajado en la definición de convenciones de código o utilizan las que existen internacionalmente en sus proyectos, en cuanto a superioridad numérica, son las facultades 1, 4, 5 y 10, como muestra el siguiente gráfico:

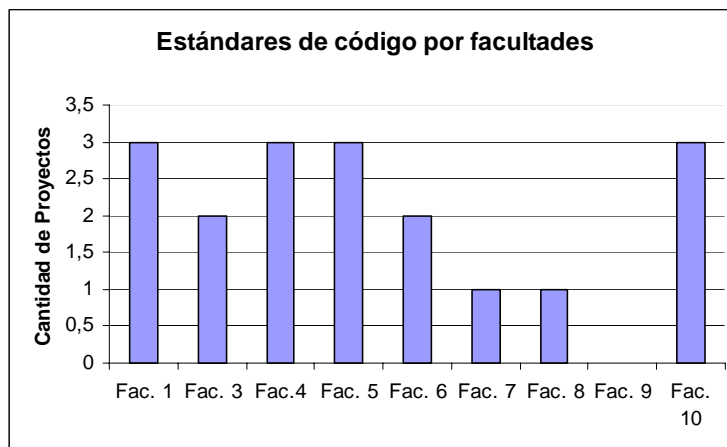


Gráfico 3: Comportamiento de los estándares de código por facultades

Es de suma importancia señalar que de los proyectos que utilizan los estándares de código el mayor peso lo tienen los que su lenguaje de programación es Java y C++, pero aunque en muchos sea común el lenguaje de programación, no es un tema centralizado, quiere decir que los estilos son todos *diferentes*. Incluso en las facultades que más se maneja el tema, los estándares son distintos para cada proyecto, garantizando la normalización internamente pero no así para poder intercambiar con otros.

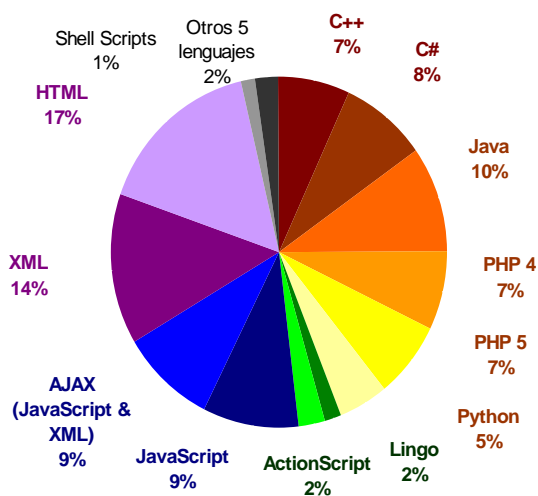


Gráfico 4: Lenguajes de Programación utilizados en los Proyectos de la UCI.

Teniendo en cuenta la totalidad de los proyectos de la UCI y los estudios realizados por el Consejo Técnico de la IP podemos afirmar que se utilizan 18 lenguajes de programación diferentes, siendo los más predominantes HTML, XML y Java, sin embargo se puede lograr la integración de un estándar para la Universidad que no se rija sólo por el lenguaje utilizado sino también que incluya aspectos como la nomenclatura del producto.

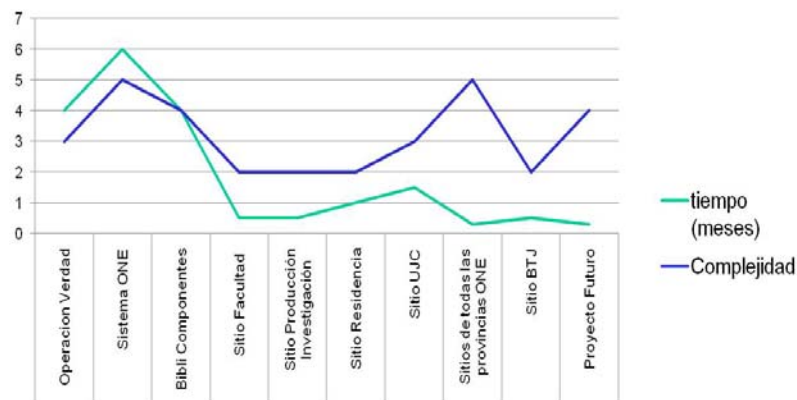
### **2.3.2 Reutilización desde los Proyectos.**

La reutilización en los proyectos productivos de la UCI depende en gran medida de la similitud que se pueda establecer entre uno o varios productos. A pesar de que la Producción orientada a la reutilización, no es un proceso organizado, la tendencia en los proyectos es de, consiente o inconscientemente, volver a emplear cualquier elemento que haya sido creado con anterioridad en la construcción de de nuevos módulos, versiones o productos. Veamos a continuación ¿Cómo se manifiesta esta temática en la UCI?

Una de las primeras decisiones que se tomó por la Dirección de Producción de la UCI para organizar la diversidad de los proyectos existentes y favorecer el proceso de reutilización fue agruparlos en las diferentes facultades teniendo en cuenta los perfiles propios de cada uno. Pero la demanda de productos fue creciendo cada vez más y en ocasiones, habían facultades con proyectos casi idénticos o algunos no respondían a los perfiles de la misma. La propuesta que se está desarrollando en la actualidad para organizar el tema es trabajar sobre la base de los Polos Productivos atendiendo a las similitudes que se pudieran establecer entre los proyectos, de manera que la producción esté más centralizada. Aunque no es la solución para todos los problemas que afronta la Producción, se están dando pasos en el análisis de otras opciones que logren estructurar aún más el proceso de desarrollo de Software en la Universidad.

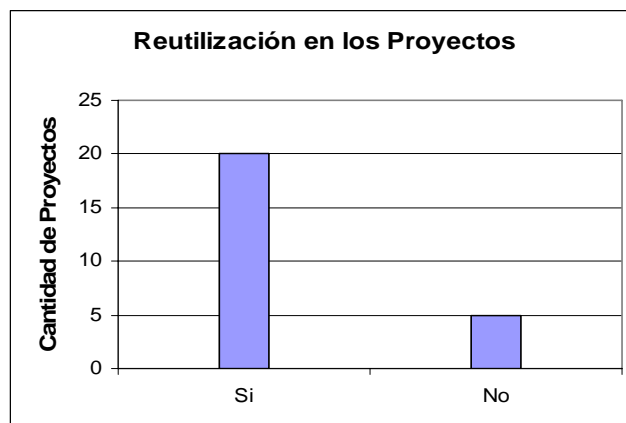
Aunque la reutilización no depende del tipo de software, en muchas ocasiones algunos sistemas propician más el perfeccionamiento de este factor que otros; como es el caso de los Proyectos de Informatización que han logrado, a través del empleo de plataformas comunes, reducir el intervalo de tiempo de desarrollo de un sistema determinado al mínimo. Se pueden citar los proyectos de la Facultad 3 que utilizan la integración Zope-Plone/Python, como una variante estratégica de desarrollo para la informatización de diferentes áreas dentro y fuera de la Universidad.

Con el empleo de la reutilización la Facultad 3, especializada en Proyectos de Informatización, ha logrado una evolución positiva en la ejecución de sus proyectos, disminuyendo el tiempo destinado a su desarrollo independientemente del grado de complejidad del mismo, como ejemplo podemos citar: el Proyecto Futuro y los sitios de todas las provincias de la Oficina Nacional de Estadísticas (ONE), en este último se reutilizaron todos los elementos que se habían elaborado para la realización del Sistema de la ONE, permitiendo que se pudiera reducir el tiempo de construcción del producto a sólo semanas.



**Gráfico 5: Comportamiento de la complejidad contra el tiempo de los proyectos de la Facultad 3**

El 80% de los proyectos encuestados manifiesta emplear la reutilización en mayor o menor medida en alguna de las etapas de desarrollo del producto, principalmente en la etapa de implementación.



**Gráfico 6: Comportamiento de la Reutilización de Software en los Proyectos**

Un ejemplo concreto de la reutilización en los proyectos constituye el caso de los Proyectos de Realidad Virtual de la Facultad 5, específicamente los que desarrollan procesos de simulación tales como: Proyecto de Auto Práctico, Evaluador Teórico (Auto), Proyecto del Simulador de Tiro (Tiro) y Proyecto Simulador Quirúrgico (Quirúrgico) , que decidieron aunar esfuerzos para garantizar que la reutilización sea un proceso centralizado, y aprobaron la creación de un nuevo proyecto productivo, Herramientas de Desarrollo para Sistemas de Realidad Virtual, con más de dos años de experiencia. Este grupo satisface los requerimientos generales planteados por el resto de los proyectos integrantes y así unifican la información. Su objetivo fundamental es elaborar los componentes y bibliotecas de clases necesarias para facilitarle el trabajo al resto de los asociados, que son los que realmente se encargan de la producción de software, de esta manera no tienen que preocuparse por desarrollar los elementos básicos que les provocaría una pérdida de tiempo, sino que estas funcionalidades ya están contenidas en las bibliotecas de clases creadas y sólo tienen que utilizarlas.

La idea de la formación de este proyecto es justamente garantizar la reutilización, no sólo de código, sino también de componentes, a partir de las bibliotecas de clases creadas, de manera que los resultados sean lo más fácilmente utilizables por los programadores de los demás proyectos, permitiendo el ahorro de tiempo, la estandarización del trabajo de todos los proyectos relacionados, y por tanto garantizar la eficiencia del proceso. Este proyecto es ejemplo de cómo se puede organizar la producción en las demás facultades, o sea crear un proyecto con cualidades similares en cada una de las facultades existentes y así propiciar un mejor desempeño en la producción.

Como uno de los resultados positivos obtenidos de la aplicación de la encuesta, contamos con el criterio de los líderes de proyectos de manera general, que consideran que la reutilización es un factor fundamental para el desarrollo de software.

Los **beneficios** que les ha brindado son innumerables, principalmente el aspecto de ahorrar tiempo de desarrollo del producto, consideran incluso que mediante la misma, se puede reducir el período de desarrollo de un producto a tiempo record, siendo precisamente el tiempo de desarrollo en la actualidad, una de las mayores insatisfacciones de los clientes. La reducción del período de construcción de un producto a sólo semanas se ha demostrado en los proyectos de la facultad 10 en la creación de los portales y la facultad 8, de multimedias, libros electrónicos y software educativo debido especialmente a la

gran similitud de los productos que se desarrollan, temática susceptible para lograr la industrialización del proceso.

Se pudo constatar que los esfuerzos de los proyectos en esta dirección han reducido los costos que se invierten en el proceso, minimizando el trabajo de los desarrolladores. También evitan implementar el código más de una vez ya que la construcción de un módulo se podría emplear en la creación de nuevos productos diferentes atendiendo a las similitudes de información. Reduce la complejidad e incrementa la productividad del software, para obtener aplicaciones más estables y robustas.

Entonces debemos plantearnos, ¿Por qué si la reutilización es un proceso tan favorable para el desarrollo de software no se está aplicando en la totalidad de los proyectos de la UCI?

Se ha podido comprobar que entre las contradicciones que ha enfrentado y aún enfrenta la reutilización encontramos el llamado “Problema cultural” y las dificultades con la organización del proceso. En muchos de los casos los desarrolladores, en particular los programadores, consideran que es mejor programar según su punto de vista que emplear lo que otros ya desarrollaron porque les dificulta la comprensión de la información. (Criterio de los proyectos Programa de Informatización del Conocimiento Geológicos, Estructura 3D de Proteínas y MOODLE I+D).

Existen muchos factores de relevancia que contribuyen a la solución de este problema, uno de ellos pudiera ser documentar correctamente el código, facilitando la adaptación del personal al mismo, sin embargo ésta es otra de las deficiencias que enfrenta este proceso. Pero aunque en muchos casos tienen plena claridad que es un proceso necesario e inevitable no se han puesto de acuerdo en como organizar el tema.

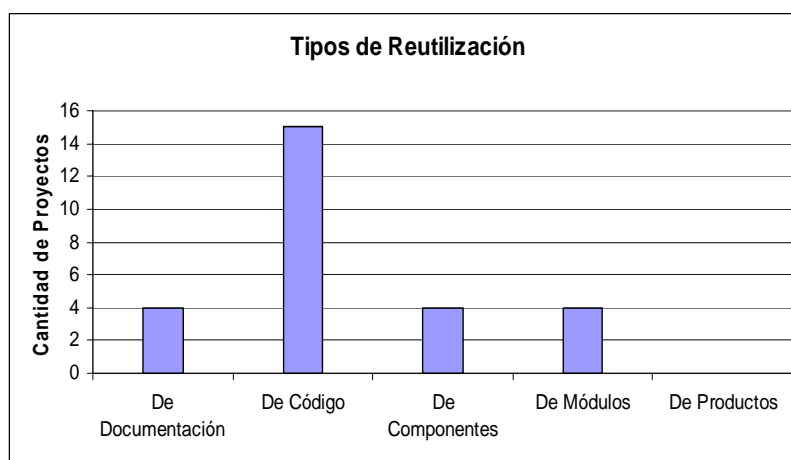
Además, encontramos conflictos en cuanto a la seguridad de los elementos a utilizar y la carencia de fuentes confiables que nos permitan comprobar la validez del código, que en muchas ocasiones es desarrollado y descargado de Internet.

Muy pocos de los proyectos de la Universidad tienen definido la reutilización como una política de desarrollo, ni fomentan el intercambio de información entre sus desarrolladores.

En todas las facultades se ha creado un proyecto que chequea la calidad de los productos pero aunque consideran que este es un tema que debería tomar auge en la Universidad, no han asumido el protagonismo de impulsar el desarrollo de esta temática.

## 2.4 Tipos de Reutilización

Cada uno de los proyectos productivos de la UCI tiene características particulares y sus propios métodos para desarrollar un producto determinado. A pesar de que el proceso de reutilización no está presente en todos, muchos coinciden en los tipos de reusabilidad que emplean; bajo este término podemos distinguir los siguientes:



**Gráfico 7: Tipos de Reutilización en los Proyectos.**

### 1. Reutilización de Documentación

Es de gran utilidad para los proyectos productivos, pues permite estandarizar el flujo de información entre módulos y programas, productos e incluso entre proyectos, establecer normas de organización de la información, generalizar y unificar el formato de intercambio de datos, de manera tal, que la información sea común a todos los desarrolladores. Aunque no es muy utilizado en los proyectos de la UCI, se pueden citar los casos de Akademos, PDVSA-SCADA, Sistema Integrado para Bibliotecas y Sistema de Gestión de Inventario, en los que se considera que permite a los desarrolladores manipular y comprender la información que se maneja en el proyecto con mayor facilidad.



## 2. Reutilización de Código

Es una de las maneras más frecuentes de manifestación de la reutilización en los proyectos de la UCI. Se basa mayoritariamente en aplicar técnicas que garanticen que una parte o la totalidad de un programa existente se puedan emplear en la construcción de otro producto. La forma más fácil de reusar código es copiarlo total o parcialmente desde un producto a otro, a través de la denominada *reutilización por copia-pegar*, que consiste en reproducir partes de otra aplicación o código y modificarla para adaptarlo a las necesidades internas, haciendo que los desarrolladores compartan el código, con las ventajas y desventajas que eso implica.

Puede decirse que básicamente se utiliza para reutilizar algoritmos, siendo más difícil por esta vía el empleo de elementos de más alto nivel como módulos o arquitecturas. Fundamentalmente se manifiesta desde los foros de comunicación, intercambio entre roles homólogos de proyectos, hasta el empleo de repositorios de código desarrollados.

Entre las desventajas que tiene se puede citar algunos problemas encontrados a la hora de aplicar el código a lo que se quiere producir, por ejemplo: el código puede no tener un estilo homogéneo para todos los desarrolladores, y puede que no sea de una fuente confiable y no contar con la garantía de Calidad. No obstante es reconocido por muchos proyectos de la Universidad como una de los tipos más utilizados de reutilización para evitar reinventar funciones o métodos que ya han sido implementados, entre los proyectos se pueden mencionar:

- Akademos (Facultad 1)
- Sistema de Gestión de Inventario (Facultad 3)
- MINFAR (Facultad 4)
- PDVSA – SCADA (Facultad 5)
- Estructura 3D de Proteínas (Facultad 6)
- Mapeo Cerebral Humano Cubano (Facultad 6)
- Grupo de Procesamiento de Imágenes (Facultad 7)
- MOODLE I+D (Facultad 10)
- Portales (Facultad 10)

### 3. Reutilización mediante componentes

“Los componentes de software reutilizables se refieren no sólo a código (procedimientos, funciones, rutinas, módulos), sino también a: sistemas, subsistemas, especificaciones del Análisis y Diseño, test de prueba, documentación para el programador, manuales del usuario, etc. En resumen, un componente de software reutilizable puede ser cualquier producto del proceso de desarrollo de aplicaciones, incluido el propio proceso (métodos, técnicas, experiencias, etc.).” (BARROS 2005)

La reutilización de componentes también se encuentra entre las formas más frecuentes de manifestación de la reutilización en la Universidad, constituye un nivel superior de la reutilización de código; permite el manejo y adaptación de los componentes desarrollados anteriormente a fines más concretos como la creación de nuevos productos, formando un entorno funcional, ya sea él sólo o conjuntamente con otros elementos, esto a su vez garantiza que parte del trabajo esté elaborado, teniendo en cuenta que a partir de los componentes se creen dichas aplicaciones.

Estos componentes ofrecen confiabilidad en el trabajo, cuando son utilizados en la creación de más de un producto se van perfeccionando, proporcionando a los desarrolladores confianza en los elementos que están empleando. Pueden ser independientes entre ellos y tienen su propia estructura e implementación, es por eso que es considerado un nivel superior de reutilización, con respecto al código y se verá igualmente favorecida si los componentes están certificados por Calidad.

### 4. Reutilización de Módulos

La modularidad de un producto consiste en dividir el software en funcionalidades identificables y tratables por separado, denominados módulos. Se basa fundamentalmente en el lema de “divide y vencerás”: es más fácil resolver un problema complejo cuando se divide en partes manejables. Un módulo entonces es considerado como un conjunto de funciones de un producto determinado, integradas como una unidad por sí solas, de manera que los cambios que se realicen en los requisitos del sistema, sólo provoquen cambios en los módulos independientes y no en todo el sistema.

Se puede considerar la reutilización de módulos entre uno de los tipos más completos de reutilización que podemos encontrar, como la estandarización de componentes elementales que pueden ser vinculadas

para crear nuevos productos y sistemas. Está dada por la manera de organizar la producción dividiéndola según las agrupaciones de componentes de manera tal que estos formen un todo y estén internamente implementados y revisados. Está estrechamente relacionada con el producto y debe garantizar la recuperación y transferencia de software.

El módulo a reutilizar debe ser general o sea que sea comprensible aún para los que no lo han desarrollado. En este caso podemos mencionar algunos proyectos en los que cada módulo tiene responsabilidades diferentes:

- Identidad (Facultad 1)
- MINFAR (Facultad 4)
- Herramientas de Desarrollo de Sistemas de Realidad Virtual (Facultad 5)
- Juegos Virtuales (Facultad 5)

##### 5. Reutilización de Productos

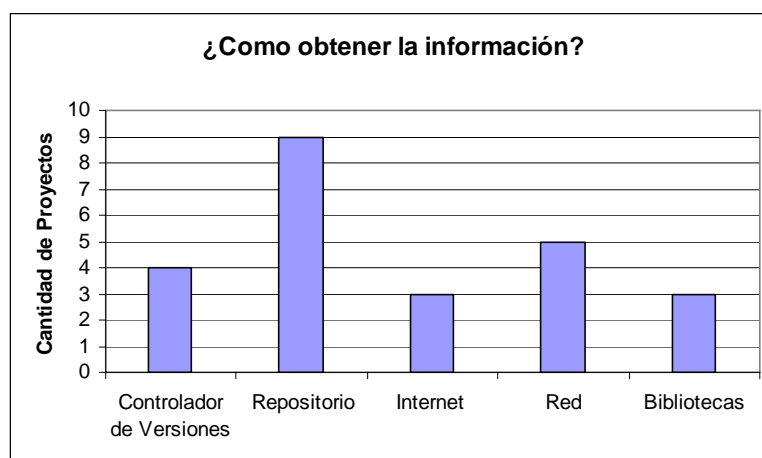
Es considerado como el nivel superior en que se puede manifestar la reutilización, aunque no es empleado por lo general en los proyectos de la Universidad, por lo que es apreciado como un tipo de reutilización poco realista. Para lograr que el proceso de reutilización sea totalmente efectivo este aspecto debería tomar un protagonismo significativo en la producción, por lo tanto es aún identificado como una forma idealista de reusabilidad.

Es importante precisar que en la presente investigación se citaron estos tipos de reutilización, aunque no son los únicos que existen, sin embargo estos son los de mayor relevancia y manifestación en la Universidad. En el mundo de la informática podemos encontrar tantos tipos de reutilización como elementos o información se pueda utilizar en varios productos de software.

## 2.5 Recursos para la reutilización

Otro elemento importante para poder garantizar el desarrollo de una política de reutilización es contar con los recursos y herramientas que nos permitan gestionar y divulgar la información.

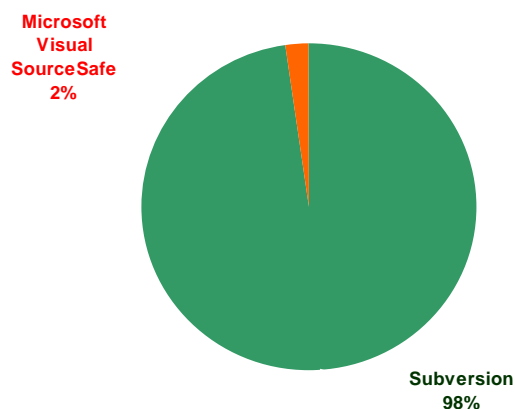
A pesar de no ser un proceso organizado, los proyectos de la Universidad que han optado por utilizar este factor realizan esfuerzos constantes por tratar de organizar el tema lo mejor posible. Aunque no se hayan puesto a su disposición estos recursos, cuentan con los medios necesarios para garantizar la reutilización, ya que cada uno ha diseñado su propia estrategia para manipular la información con facilidad. Entre las principales formas encontramos:



**Gráfico 8: Disposición de Recursos por Proyectos**

### 1. A través de un controlador de versiones

Un sistema de control de versiones es un conjunto de programas que permiten gestionar los cambios en los ficheros y la información que componen un proyecto, facilitando el trabajo en equipo al controlar el acceso y actualización del código fuente y llevando un registro de las modificaciones realizadas. De la totalidad de los proyectos productivos de la Universidad, sólo el 37% de los mismos utilizan sistemas de control de versiones, aunque el mayor porcentaje lo posee el Subversión.



**Gráfico 9: Herramientas de Control de Versiones utilizadas en la UCI**

Se trata de una potente herramienta que facilita registrar todos los cambios efectuados sobre los archivos de un proyecto, recuperar versiones anteriores del código y conocer qué cambios se han efectuado sobre un archivo determinado, quién los ha realizado y cuándo. Incluye un conjunto de repositorios internos del propio sistema, por lo tanto aunque no sean muy empleados por los proyectos de la Universidad, permite manipular con facilidad la información y propiciar el empleo de la reutilización.

## 2. A través de un repositorio

Un repositorio es un recurso centralizado que almacena y manipula un gran cúmulo de información. Es fundamental para guardar y compartir colecciones de código, rutinas y fragmentos que se necesitan de forma recurrente. Está preparado para distribuirse habitualmente sirviéndose de una red informática o en un medio físico como un disco compacto. Muchos de los proyectos de la UCI tienen definidos repositorios propios en los que gestionan la información y sobre todo el código fuente del producto. Es un elemento muy importante que podría resolver muchos de los problemas que hemos planteado anteriormente, permitiendo a los proyectos disponer de un medio donde encontrar de manera directa la información necesaria para realizar las diferentes funcionalidades de los productos.

### 3. Información propia de Internet

Internet (Red de redes o la Autopista de la Información como también se le conoce) es una red mundial de ordenadores en la que circulan constantemente grandes cantidades de información. En algunos de los proyectos de la UCI los recursos que utilizan para la elaboración de sus productos son descargados de Internet, aunque se considera que no es un elemento muy confiable ya que requiere además, comprobar la efectividad del código.

### 4. A través de la Red

No es uno de los recursos más seguros ni organizados para fomentar la reutilización, es de los más usados en la Universidad. Los proyectos almacenan toda la información en una computadora en específico, principalmente por la dirección del proyecto y se distribuye o se utiliza a través de la red, fundamentalmente por medio de carpetas compartidas, haciendo la función de servidores internos, aunque no se realice de manera organizada. Este recurso puede traer muchísimas dificultades para el proyecto, si los usuarios externos acceden a esta información, pudiendo modificarla o copiarla.

### 5. A través de bibliotecas.

Las bibliotecas de componentes surgen como respuesta a la necesidad de organizar y almacenar los componentes reutilizables para su posterior recuperación. Pueden ser de diferentes tipos atendiendo a la información que contengan, las más vistas son las bibliotecas de código o clases para el caso de la Programación Orientada a Objetos. Aunque no es de las manifestaciones más habituales de manipulación de la información, por lo general vienen aparejadas con otros recursos, como la red para poder distribuirlos o publicarlos; manifestándose fundamentalmente en el proyecto Herramientas de Desarrollo de Sistemas de Realidad Virtual, que crea todas las funciones necesarias para satisfacer los requerimientos de los productos en dichas bibliotecas y la dirección del proyecto que las distribuye y manipula por la red para los demás interesados.

## 2.6 Conclusiones del Capítulo

Es de conocimiento general las grandes ventajas que ofrece la reutilización y sobre esto opinan en los proyectos de manera similar y unificada que; “es más factible crear productos de proyectos utilizando este factor de calidad”, porque cuando se hace de manera debidamente organizada y centralizada se desarrollan aplicaciones más eficientes en un menor tiempo y con menor complejidad. Con ella se promueve la calidad en el software, se logra estandarizar todos los recursos posibles y se obtiene como resultado una mayor colaboración y aumento de la comunicación entre los desarrolladores y confiabilidad en el producto.

En los proyectos de la Universidad proponen formas diversas para lograr que la reutilización sea factible en los mismos.

- ✦ Una de las propuestas es a través de la creación de repositorios tanto de código, como de componentes, de documentación a nivel de proyecto y a niveles superiores de ser posible.
- ✦ La creación y diseño de componentes que sean flexibles y faciliten su adaptación y puesta en práctica, que permitan ser aplicados en diversos subsistemas de aplicaciones.
- ✦ Otra manera es, compartir las informaciones entre proyectos e impulsar la utilización de los controladores de versiones de forma centralizada, donde se establezcan normas para la organización de la información a documentar.
- ✦ Una forma más concreta es la realización por estudiantes de la Facultad 4, del trabajo de diploma “Estudio para la implantación de una biblioteca de componentes reutilizables en la UCI”, que complementa la presente investigación y fomenta el desarrollo de una herramienta que permita manipular toda la información que se desarrolla en los proyectos, desde los artefactos construidos en la ingeniería de software, hasta el propio código y los componentes reutilizables.

De manera general se puede decir que en los Proyectos Productivos de la UCI la reutilización se ha convertido en una pieza importante dentro de la producción, los siguientes datos fundamentan esta afirmación:

- El 80% de los Proyectos seleccionados manifiesta que emplean la reutilización fundamentalmente en la etapa de implementación del producto aunque de manera incipiente.
- El 72% de los mismos emplean estándares de código para normalizar la implementación del producto pero por lo general son los estilos que ofrecen los propios lenguajes de programación de manera independiente.
- Las ventajas más importantes que ha aportado para los proyectos el empleo de la reutilización son el ahorro del tiempo de desarrollo y la disminución del esfuerzo.
- Los “Problemas culturales” y las dificultades con la organización del proceso de producción de software orientado a la reutilización son los principales inconvenientes que ha enfrentado este factor.
- El tipo de reutilización más empleado es el denominado “Reutilización de Código”, aunque es la manera más rudimentaria en que se puede manifestar el tema fundamentalmente en la etapa de programación de un sistema.
- Los repositorios son los recursos que más aprovechan los proyectos para gestionar la información sin embargo no son suficientes para satisfacer todas las tareas que se presentan en un proyecto, ni constituyen la fuente mas segura para la protección de la información.



## **Capítulo 3 - La Reutilización del Producto.**

### **3.1 *Introducción***

El éxito del proceso de producción de software está determinado fundamentalmente por la definición de manera acertada, de las estrategias a seguir en el período de construcción de un producto. Radica además en la definición de los paradigmas que faciliten la reutilización de software y la organización del trabajo. En el caso que nos ocupa, estas estrategias se determinan por la Dirección de Producción de la UCI y cada facultad le incorpora los requerimientos típicos de su perfil. Como resultado, todos los proyectos productivos de cada una de ellas deben portar un sello distintivo, definido por los lineamientos generales de la Infraestructura Productiva y las particularidades que los diferencian del resto. Estos proyectos constituyen el eslabón básico de la producción de software en la UCI.

En el presente capítulo se expondrán primeramente, las características particulares del mencionado proceso de gestión de proyectos a nivel de Facultad, entre ellas: las herramientas y arquitecturas utilizadas por los diferentes proyectos y su relación con la reutilización, sus logros y desaciertos; así como otros datos de interés que junto con la información antes mencionada fue obtenida como resultado de las entrevistas sostenidas con los Vicedecanos de Producción de cada una de las facultades y las presentaciones realizadas por cada uno de ellos en el Consejo de Producción, fundamentalmente temas relacionados con la reutilización.

Otros aspectos analizados son algunas estrategias generales orientadas por la Dirección de Producción de la UCI que tributan de manera significativa a la calidad del proceso productivo específicamente las relacionadas con la organización de los proyectos y las diferentes líneas estratégicas en las que se está desarrollando la producción en la Universidad. Se estudiarán además, los principales paradigmas de desarrollo de software que se definen en la actualidad y que están estrechamente relacionados con la reutilización.

### 3.2 Reutilización a nivel de Facultad

Se hace necesario realizar un diagnóstico del estado de la reutilización de software en todas las facultades, como organización responsable de la gestión de los proyectos, de modo que nos permita conocer qué se ha hecho hasta el momento en esta dirección que impulse temas relacionados con la reutilización en general, además de los beneficios que ofrece y otros elementos que fomenten la facilidad de intercambio de conocimientos entre los proyectos y roles homólogos. A continuación se mencionarán algunos datos de cada una de las facultades para la comprensión del trabajo en este nivel.

#### Facultad 1

En esta facultad consideran que la reutilización es un factor muy importante para lograr la calidad de los productos y del proceso productivo en general. La misma cuenta con una totalidad de 15 proyectos, siendo el proyecto Identidad el principal impulsor de la reutilización, fundamentalmente a través de la creación de módulos que permitan el trabajo colaborativo entre varios equipos de desarrollo.

No se ha logrado estandarizar la tecnología a utilizar porque cada proyecto tiene definido sus propias líneas de trabajo; sólo la metodología de desarrollo se hace homogénea para todos. Teniendo en cuenta la información brindada por la **Dirección Técnica de la Infraestructura Productiva**, podemos mencionar algunos datos de las herramientas que utiliza la facultad:

- ✦ De los Patrones Arquitectónicos que se utilizan, la Arquitectura Tres Capas ocupa el 36% de la totalidad de los proyectos, aunque no se ha logrado establecer una arquitectura común para toda la facultad, incluso existen proyectos que integran más de una.
- ✦ En el caso de las Plataformas de Desarrollo se ha logrado estandarizar un poco más, evitando la variedad de las mismas, siendo las que se utilizan: Microsoft .Net, Java 2 Enterprise Edition (J2EE) y XAMP
- ✦ De los 18 lenguajes de programación que se han definido en la Universidad, en esta facultad los más empleados son C#, Java y XML.

- 8 de los proyecto de la facultad utilizan el Subversión como única Herramienta para el control de versiones.

Las primeras propuestas para gestionar la organización del tema de la reutilización, fueron hechas fundamentalmente por el Asesor de arquitectura de la propia facultad, y consiste en crear un repositorio de código que posibilite divulgar la información realizada en los proyectos. Esta propuesta ha sido frenada por la diversidad de herramientas que se utilizan, que imposibilita establecer información estándar para todos los proyectos, es por eso que se ha convertido en una batalla con pocos resultados hasta el momento.

### **Facultad 3**

Está integrada por un total de 16 proyectos, es una de las facultades que tiene mejor organizado el proceso productivo; cuenta con un sitio de Producción e Investigación en el que se expone toda la información necesaria como las políticas y estrategias relacionadas con la producción (<http://facultad3>). Se encuentran inmersos en el proceso de formalización de la producción de software, logrando estandarizar las herramientas que se utilizan en cada uno de los procesos, tareas y proyectos según la arquitectura propuesta por la Dirección de Producción de la Facultad, abogan además porque la normalización de dichas herramientas se haga extensivo a toda la Universidad como uno de los elementos necesarios para garantizar la reutilización de los procesos en general. La arquitectura definida en la Facultad es:

#### **Metodología de desarrollo que emplean**

- RUP con elementos de TSP y PSP.

#### **Arquitectura de desarrollo estándar para la facultad**

##### **Plataforma de Desarrollo: J2EE**

- Lenguaje de Programación: Java, PLSQL
- Gestor de Base de Datos: Oracle, PostgreSQL
- Entornos Integrados de Desarrollo (IDE): Eclipse
- FrameWorks, Componentes, Librerías y Plugins: Spring, Hibernate.

### **Plataforma de Desarrollo: Zope/Plone/Python**

- Lenguaje de Programación: Python
- Gestor de Base de Datos: ZODB, PostgreSQL
- Servidor de Aplicaciones: Zope
- Sistemas Gestores de Contenidos (CMS): Plone

### **Plataforma de Desarrollo: Microsoft .NET**

- Lenguaje de Programación: C#, PLSQL
- Gestor de Base de Datos: Oracle, PostgreSQL
- Entornos Integrados de Desarrollo (IDE): Microsoft Visual Studio .NET
- FrameWorks, Componentes, Librerías y Plugins: Framework .NET

Utilizan los Sistemas de Control de Versiones como el Subversion y las Herramientas de Gestión de Proyectos como el Trac que aportan grandes facilidades de trabajo y de manipulación de los elementos del proyecto.

Además de sugerir la utilización de herramientas que generen parte del software de forma automática y el uso de los modelos de factorías que se proponen en algunos trabajos como el de la Empresa Software AG y la tesis “Modelo Funcional de la Factoría de Software de la UCI para la línea Carrefour” que fue realizada en la Universidad sobre dicha temática (RÍOS and MARANTE 2005 ).

Tienen en proyecto, además, la creación de un repositorio de componentes ([Acceso al Repositorio](#)) que pretende el fomento del trabajo colaborativo, la eficiencia del proceso productivo y la reutilización de componentes y código, que representa uno de los principales productos realizados por la facultad, implementado actualmente para manipular la información desarrollada en los lenguajes C# y C++.

Se puede afirmar que en esta facultad la reutilización es un proceso que está concebido con un alcance integral. Su Dirección de Producción ha impulsado todos los temas que favorecen el empleo de este factor, principalmente que todos los proyectos utilicen las mismas herramientas, ofreciendo facilidades para intercambiar la información y fundamentalmente el código, poniendo a su disposición los medios necesarios.

#### **Facultad 4**

Cuentan por el momento con 9 Proyectos Productivos y en temas de reutilización en esta facultad se puede decir que están inmersos en la tarea de estandarizar una arquitectura común para todos los proyectos, en las plataformas Java y PHP, sobre la base de Metodologías Orientadas a Objetos; es por eso que algunos de ellos no se encuentran produciendo en estos momentos, por lo que se convierte en un tema a priorizar. Además de planificar a largo plazo, la migración de todo el proceso productivo a Linux, para fomentar el empleo de herramientas de software libre. La propuesta a utilizar es la siguiente:

#### **Metodología de desarrollo que emplean**

- ✦ RUP

#### **Arquitectura de desarrollo estándar para la facultad**

- ✦ Plataforma de desarrollo: GNU/LINUX, Microsoft.NET
- ✦ Herramientas de Programación: Todas las relacionadas con Java)
- ✦ Lenguajes de Programación: Java y PHP
- ✦ Gestor de Bases de datos: Postgres SQL
- ✦ Arquitectura basada en desarrollo de frameworks.

Poseen una línea de investigación que se dedica al estudio de los Estándares de Intercambio de Información de Negocios, cuyo objetivo principal es investigar los patrones internacionales que se utilizan para intercambiar la información de los diferentes procesos de negocios de empresas e instituciones relacionados con los Sistemas Integrales de Gestión Empresarial para finalmente aplicarlos a las entidades cubanas.

La implementación de módulos comunes para varios de los proyectos constituye uno de los principales resultados de la facultad en cuanto a la producción. Se han propuesto crear un servidor de repositorios de componentes sobre la plataforma antes mencionada.

La tarea más importante asociada al tema en estos momentos está relacionada con la socialización del conocimiento; si existe algún elemento común entre los proyectos que se estén desarrollando, internamente comparten la información, mediante talleres, reuniones y seminarios. Debido a esto en ocasiones tienen proyectos que trabajan en conjunto con otras facultades, por ejemplo:

- Con la facultad 3 en el proyecto de Informatización de la Residencia.
- Módulos comunes que se desarrollaron en conjunto con el Proyecto Identidad de la Facultad 1 y el Proyecto Prisiones.
- Metadatos que posteriormente pasará a formar parte de la Facultad 10 pues en la misma se realizan procesos específicamente relacionados con los Sistemas de Archivo.

### **Facultad 5**

La producción en esta facultad, aunque hasta el momento no se ha definido y documentado completamente, está dividida en dos líneas de investigación: La línea de Realidad Virtual y la de Automatización, con una totalidad de 14 Proyectos. Para cada una de ellas están determinados los estándares tecnológicos que se utilizan:

#### **1. Polo de Realidad Virtual:**

- Plataforma de desarrollo: Herramienta Propia (Scene Toolkit) o G3D (en los de Juegos virtuales)
- Entornos Integrados de Desarrollo (IDE): Microsoft Visual Studio. NET
- Lenguaje de Programación: C++
- Gestor de Bases de Datos: No incluida
- Metodologías de desarrollo: Elementos de RUP y Otras Metodologías ágiles (en Juegos Virtuales)
- Arquitectura utilizada: Arquitectura Tres Capas

#### **2. Polo de Automatización**

- Entornos Integrados de Desarrollo (IDE): Eclipse
- Lenguaje de Programación: C++
- Gestor de Base de Datos: PostgreSQL
- Metodologías de desarrollo: Elementos de RUP.

Uno de los principales logros de la facultad es crear herramientas propias para la producción, como Scene Toolkit que es una plataforma de desarrollo que permite la visualización de los entornos sintéticos integrado con la aplicación de leyes físico – matemáticas, animaciones, sonidos y redes. Además, de lograr que el 93% de los Proyectos utilicen el dotProject para la gestión de los proyectos que permite la planificación y estimación de los mismos.

En la primera línea para garantizar la reutilización y la calidad de los productos de simuladores, se tiene en cuenta los elementos que se elaboran en el proyecto Herramientas de Desarrollo para Sistemas de Realidad Virtual, encargado de construir las herramientas y bibliotecas de clases necesarias para facilitar el trabajo de los demás proyectos de este perfil de la facultad y por tanto fomentar al máximo esta temática. El resto de los proyectos que pertenecen a la Línea de Automatización poseen formas de gestionar y socializar la información de manera independiente.

## **Facultad 6**

Con un total de 14 proyectos, el proceso productivo en esta facultad orientado a la reutilización ha tomado fuerza a partir de la estandarización de las herramientas, sobre la base de PHP y Java, logrando migrar totalmente la producción a software libre.

### **Metodología utilizada en todos proyectos**

- RUP, XP

### **Tecnología PHP:**

- Gestor de Bases de datos: MySQL
- Lenguaje de Programación: PHP
- Herramientas de Programación: Zend Studio, Macromedia Dreamweaver
- Herramientas de modelado: Visual Paradigm
- Sistemas de control de versiones: Subversion
- Sistema Operativo: Linux (Dist. Ubuntu)
- Servidores Web: Apache

### **Tecnología Java:**

- Gestor de Bases de Datos: MySQL, PostgreSQL
- Lenguaje de Programación: Java.
- Entornos Integrados de Desarrollo (IDE): Eclipse, NetBeans
- Herramientas de modelado: Visual Paradigm, Magic Draw.
- Sistema Operativo: Linux (Dist. Ubuntu)

Está formada por dos Polos Productivos: Bioinformática e Información Biomédica y en cada uno de ellos se están dando pasos importantes con el objetivo de socializar el conocimiento.

En el Polo de Bioinformática se ha implementado un servidor central de repositorios para homogenizar el trabajo y compartir fundamentalmente el código. En el otro polo se trabaja en conjunto con la empresa SOFTEL, principalmente en la reutilización de los componentes que integran el banco de dicha entidad.

### **Facultad 7**

En esta facultad existen 17 proyectos, siendo el más significativo el Grupo de Procesamiento de Imágenes que se encarga de la construcción de sistemas para el almacenamiento, transmisión y visualización de imágenes médicas. Cassandra Pacs que tiene el privilegio de ser el primer producto terminado de la UCI, fue desarrollado por este grupo. En este proyecto se impulsa la idea de la reutilización, fundamentalmente porque está compuesto por módulos que pueden ser utilizados en otros productos o versiones del mismo.

En la facultad se propone la construcción de un repositorio centralizado que facilite el buen funcionamiento del desarrollo productivo.

Impulsa el trabajo del Grupo de Arquitectura en la definición de una tecnología común para todos los proyectos, que se rijan fundamentalmente por las políticas del MINSAP. Otro de los resultados relevantes es el trabajo en áreas temáticas atendiendo a las similitudes que se establecen entre los proyectos. Ambos tópicos impulsan y propician la reutilización de cualquier elemento entre los mismos.



### **Facultad 8**

Cuenta con un número de 15 proyectos productivos. El trabajo en esta facultad se basa fundamentalmente en el desarrollo de Multimedia, para el desarrollo de las mismas se utilizan componentes que han sido elaborados con anterioridad en la Infraestructura Productiva, lo que permite ahorrar en tiempo de desarrollo pues sus proyectos sólo deben integrar estos componentes.

Dichos componentes fueron empleados para la creación de multimedia a nivel industrial, siendo el caso de las colecciones realizadas para la empresa SIS, sin necesidad de programar completamente el sistema, sólo reutilizando dichos módulos.

- Para la creación de multimedia se trabajó en varios lenguajes de programación. De la totalidad de lenguajes definidos en la Universidad se puede observar que los más empleados en esta facultad son: Action Script y Lingo.
- De 15 proyectos en la facultad, sólo 3 de ellos utilizan el Subversion como herramienta para el control de versiones

Se están desarrollando 13 nuevas multimedia a partir de la elaboración de un esqueleto común, del cual se reutilizará la información necesaria, permitiendo que el trabajo sea fluido. La Dirección de la Facultad considera que la reutilización se ha convertido en un tema muy importante para su funcionamiento interno y que es esencial la preparación del personal para dar estos pasos en la producción de software.

### **Facultad 9**

El trabajo en cuanto a reutilización en esta facultad no ha sido muy fructífero, trabajando esencialmente sobre el perfil de Multimedia, la misma cuenta con 7 proyectos productivos, reutilizando algunos elementos que han sido creados en otras facultades, observando con mayor claridad en el proceso de traspaso de proyectos provenientes de otras facultades, como es el caso de “A Jugar” que pasó por las facultades 5 y 8. Entre los datos interesantes en cuanto a las herramientas que utilizan podemos mencionar:

- Los patrones arquitectónicos más empleados en esta facultad son el patrón Cliente-Servidor con un 34 %, el Tres Capas y N Capas que cuentan con un 33%.
- Se trabaja en una sola plataforma de desarrollo; Microsoft.NET.
- Entre los lenguajes de Programación más empleados se encuentran: Java, C# y Lingo.
- Es primordial destacar que todos los proyectos utilizan el Subversion para garantizar el control de versiones.

### **Facultad 10**

Es importante reconocer que el proceso productivo en esta facultad fomenta y aplica la reutilización. Está compuesta por 16 proyectos productivos. La concepción del trabajo de sus proyectos se encuentra sobre la base, precisamente del empleo de estándares abiertos que homogenicen la información de los diferentes proyectos, además de propiciar que se pueda establecer el intercambio de conocimientos. A través del empleo de estos estándares es más fácil de comprender la información a manipular. Ejemplos de estándares que utiliza la facultad:

#### **1. Estándares de codificación:**

W3C

#### **2. Para la Reutilización de Requisitos se empleara:**

- IEEE Std. 830-1998
- IEEE Std. 12207.1

#### **3. Para Reutilización de Contenidos**

##### ➤ **Contenidos de archivos:**

- ISAD(G)

##### ➤ **Contenidos Educativos**

ADL SCORM (Shareable Content Object Reference Model)

- Content Aggregation Model (CAM)
- Learning Object Metadata (LOM) (IEEE 1484.12.1-2002)

IMS Content packaging (CP)

Question and Test Interoperability (QTI)

➤ **De la Web Semántica**

- RDF/RDFS
- OWL

Se ha logrado la normalización de las arquitecturas teniendo en cuenta los requerimientos de la facultad.

- Se debe tener en cuenta que en la misma se desarrollan dos Líneas de Investigación:
  - **Software Libre:** se encarga del desarrollo de estrategias para la migración y soporte a esta plataforma. Además de llevar a cabo la gestión de servicios y herramientas para la producción y la colaboración de desarrollo de la distribución NOVA Linux.
  - La otra línea de investigación es la **Gestión del Conocimiento**, que se encarga de la investigación y desarrollo de técnicas y herramientas para la gestión de información y el conocimiento, manejo de contenidos de diversos tipos y construcción de portales e intranets corporativas.

Otro de los aspectos a tener en cuenta es la elaboración del producto Repositorio de Objetos de Aprendizaje Reutilizables (ROA), sistema que, como su propio nombre lo indica, es empleado para la reutilización de contenidos en plataformas de Teleformación. Es una aplicación Web modular y multiplataforma por lo tanto puede ser utilizada por cualquier desarrollador.

***En Resumen:***

De manera general podemos afirmar que en todas las facultades de una forma u otra se ha implementado el tema de la reutilización, aunque no se ha logrado, en muchos de los casos, que sea un proceso organizado y unificado.

Los principales aspectos que se han abordado y han tenido mayor repercusión en las facultades son:

- Lograr que en todas las facultades se pueda adoptar una arquitectura común que normalice el proceso de producción y posibilite unificar la información en los proyectos.

Hasta el momento se han obtenido resultados concretos en esta área, solamente en el 60% de las facultades están estrechamente relacionados con la propuesta de los Polos Productivos que se han definido en cada una de ellas. Se considera que es imprescindible normalizar la arquitectura que se debe utilizar para la producción en la UCI de manera centralizada, como uno de los elementos necesarios para garantizar la reutilización de los procesos en general.

- ✦ Definir estándares de información. Un pilar importante para facilitar la comprensión de la información por diferentes desarrolladores y fomentar la reutilización.

La Facultad 10 hasta el momento es la que ha trabajado con más fuerza en este punto, logrando definir estilos para diferentes procesos, fundamentalmente la codificación de los productos.

- ✦ Fomentar la gestión de los recursos como un elemento importante a tener en cuenta en el proceso de Gestión de Proyectos que garantice de manera centralizada la reutilización en la producción. Debemos mencionar entre las técnicas más utilizadas por cada facultad las siguientes:

La creación de repositorios, que constituyen una unidad importante para almacenar y manipular la información en los proyectos, se ha logrado concretar sólo en 3 facultades (3, 6 y 10), como un elemento esencial para fomentar el trabajo colaborativo, la eficiencia del proceso productivo y la reutilización de componentes y código. Aunque en otras facultades han detectado las ventajas que ofrece la creación de repositorios para organizar la reutilización y la socialización del conocimiento y por tanto se han planteado la necesidad de crear dichos módulos han enfrentado algunos problemas principalmente asociados con la falta de recursos para montar el sistema, es el caso de las facultades 1, 4 y 7.

Creación de Proyectos dentro de las facultades que centren y generen de manera conjunta los elementos que se necesitan para la producción del resto de los proyectos que estén asociados. Pudiendo citar el proyecto Herramientas de Desarrollo para Sistemas de Realidad Virtual de la Facultad 5.

Otro recurso imprescindible para la reutilización, es la definición de componentes genéricos, de forma tal que la construcción de nuevos productos se base en la utilización de los mismos.

Podemos poner el ejemplo de la facultad 8 que se especializa en la creación de grandes colecciones de multimedias como la Colección Multi-Saber y la colección de 22 multimedias para SIS a partir de los 8 componentes que se desarrollaron en la Infraestructura Productiva, que definían de manera central las principales funciones de los productos en cuestión.

### **3.2.1 Principales resultados del Proceso Productivo en las Facultades.**

El resultado principal de las facultades en cuanto a la producción de software constituye la reorganización de los proyectos productivos, tal es el caso de la facultad 1 y 6, alcanzando una buena relación entre las líneas de investigación de la facultad con los proyectos productivos. En algunas la organización por roles en los proyectos es un hecho relevante que contribuye con el desarrollo de los proyectos.

Una de las facultades con mayores logros en la producción es la facultad 3 que ha conseguido la formalización de todo el proceso de desarrollo de software, a partir de la definición de un Documento Guía publicado en [Portal de la Facultad](#) que define asuntos como:

- ✦ Objetivos y criterios de medida de producción-investigación
- ✦ Define arquitectura, política de salva, gestión de configuración
- ✦ Se define actualmente un modelo de desarrollo software basado en factoría.
- ✦ Sistema para el control seguimiento de proyectos y auditorias de calidad

Cuenta además con un grupo de Ingeniería de Procesos y un Plan de Preparación para los líderes de proyectos; tema que comparte con la facultad 5, que realiza Círculos de Calidad para la preparación de los mismos. La Facultad 9 ha implementado también un buen sistema para la preparación técnica de sus profesores.

### **3.2.2 Principales Insatisfacciones en cuanto a la Producción**

El mayor porcentaje de las insatisfacciones del proceso productivo lo ocupa la falta de preparación de los líderes de proyectos, imposibilitando la correcta organización y puesta en práctica de los proyectos. Además en muchos casos no existe un engranaje adecuado entre la producción y la investigación, fundamentalmente en las facultades 2 y 9.

Aunque la función principal del Proyecto Calidad de las facultades es asegurar que el proceso de producción de software sea completo; su trabajo se ha orientado principalmente a verificar la calidad de los productos entregables y no del proceso en general, por lo que se puede afirmar que en muchas facultades no se cuenta con un control de la calidad dentro de la estructura de los proyectos, existiendo además, problemas con la documentación y el cumplimiento de cronogramas de trabajo.

Sumándose a este cúmulo de problemas, la falta de definición de roles dentro de los proyectos y debilidades en la investigación de los mismos.

### **3.3 Reutilización a nivel de Producción**

La producción de software en la UCI, a nivel central ha pasado por diferentes etapas. Inicialmente estaba estructurada por un grupo de proyectos que trabajaban de manera independiente y era muy difícil lograr organizar el proceso. Alcanzando en un primer momento agruparlos por facultades atendiendo a los diferentes perfiles.

- **Facultad 1:** Servicios del Ciudadano y Gobierno en Línea
- **Facultad 2:** Telecomunicaciones, Seguridad Informática, Redes
- **Facultad 3:** Gestión Empresarial (Informatización del MINTUR)
- **Facultad 4:** Gestión Empresarial y Factoría de Software
- **Facultad 5:** Realidad Virtual
- **Facultad 6:** Bioinformática y Equipos Médicos
- **Facultad 7:** Software de Salud
- **Facultad 8:** Software Educativo y Multimedia
- **Facultad 9:** Software Educativo, Multimedia y Meteorología
- **Facultad 10:** Software Libre y Portales Web

Es importante precisar que a medida que la producción se ha hecho más concreta en cada una de las facultades han ido surgiendo nuevos perfiles encaminados a las necesidades investigativas reales identificados en los proyectos.

A continuación se presentarán algunos datos de interés tomados de la intervención presentada en el Segundo Congreso de Producción que permiten comprender los cambios que han tenido lugar en la Universidad en cuanto a la reorganización de la producción. Dichos cambios han traído como resultado la disminución de los proyectos lo cual no significa que se ha reducido el volumen de trabajo sino que ha habido un reordenamiento en la producción. Por ejemplo:

- ✦ En octubre del 2006 se contaba con 204 proyectos productivos
- ✦ Actualmente se calcula un número de 166 proyectos, de ellos:
  - ✦ 126 Nacionales, Exportación e Informatización
  - ✦ El resto son proyectos internos a nivel de Universidad, como Arquitectura, Calidad y Operación Verdad.

De los proyectos de exportación podemos mencionar que en el período comprendido entre el 2004 y el 2006 los proyectos denominados “Soluciones a la Medida” demoraban 18 meses en completarse. Siendo el 31% de estos productos orientados a los Servicios

El 2007 se ha caracterizado por darle continuidad a muchos productos anteriores, realizando fundamentalmente desarrollos parciales, reduciendo el tiempo a 12 meses y el 15% de las exportaciones en esta etapa eran de Servicios logrando lanzar al mercado los primeros productos. Ejemplo Cassandra Pacs.

El 2008 debe caracterizarse por lograr acortar aún más, los cronogramas de trabajo, hasta llegar a sintetizarse en un período de 6 a 9 meses logrando ciclos completos que permitan impulsar con más fuerza la producción de la UCI.(MACHADO 2007)

Actualmente se prevé que una etapa superior en la organización de los proyectos constituya la agrupación de los mismos por temáticas en **Polos Productivos**, la decisión **de crear estos** Polos productivos obedece a la diversidad de líneas de investigación existentes, dichos polos aglutinan un conjunto de ideas que combinan la producción, la investigación y la docencia en la Universidad, algunas de las más importantes son:

- Presuponen el trabajo continuo en la producción y la obtención de productos, los miembros del polo trascienden el tiempo de vida de los proyectos.
- Cambia la forma de producción orientada solamente al desarrollo de software a la medida (satisfaciendo los intereses particulares de un cliente), por el desarrollo de productos y la creación de experticia en el desarrollo de software para determinadas áreas del conocimiento.
- Se proyecta sobre la base de un sistema de trabajo organizado cuyo funcionamiento depende de formalización de procedimientos e instrucciones y con responsabilidades y competencias bien definidas para cada uno de sus miembros.
- Permite una comunicación continua y clara entre todos los miembros del equipo, que propicie la cordialidad y la aplicación de principios como la calidad total.
- Proyecciones estratégicas organizadas por objetivos, planificadas en tareas concretas, y medidas por indicadores.

Algunos de estos principios que se mencionan permitirán erradicar dificultades que presenta el proceso productivo de la UCI, tales como:

- Falta de autonomía en las facultades para dirigir la producción.
- Falta de experiencia gerencial en la dirección de los proyectos y de una guía homogénea, que permita la estandarización e implantación de procesos bien definidos.
- Pobre o casi nula estrategia de calidad, en los proyectos y procesos productivos en las facultades.
- Falta de socialización y gestión del conocimiento de las buenas prácticas de desarrollo, en el proceso productivo UCI.
- Existencia de una pobre reutilización de código, y la reutilización de procesos es casi nula.





**Figura 3: Organigrama básico de las actividades que atienden los polos productivos.**

Los principales Polos que se han definido hasta el momento en las Facultades son:

<b>Fac. 1</b>	Identificación y Seguridad Servicios Postales Sistemas de Información Geográfica Gestión Universitaria	<b>Fac. 6</b>	Bioinformática Información Biomédica Logística Alimentos
<b>Fac. 2</b>	Telecomunicaciones y Telemática Seguridad Informática Auditoría y Control Aviación (IL-96)	<b>Fac. 7</b>	Procesamiento de Imágenes y Señales Informatización de Salud Equipos Médicos
<b>Fac. 3</b>	Sistemas Legales Planificación de Recursos Gestión de Proyectos	<b>Fac. 8</b>	Software Educativo Gestión Policial Sistemas para el Deporte

<b>Fac. 4</b>	Sistemas Contables, Financieros y Bancarios Sistemas Tributarios y de Aduana Sistemas para la Defensa Gestión de Comunidades	<b>Fac. 9</b>	Sistemas Geológicos Videos y Sonido Digital (TV) Simulación de Procesos Industriales
<b>Fac. 5</b>	Realidad Virtual Automatización	<b>Fac. 10</b>	Software Libre Gestión de Información y Conocimiento Estudio y Desarrollo de Internet Teleformación

**Tabla 2: Polos Productivos que se han definido por cada facultad.**

Con la implementación en cada una de las facultades de los Polos Productivos se garantizará el desarrollo del proceso de forma más organizada, ya que la dirección de los proyectos estaría centralizada. Permitiendo además que todos los estudiantes estén vinculados a la producción de manera directa o indirectamente, ya sea asociados a la investigación o simplemente a la producción, garantizando la Gestión del Conocimiento con el paso del tiempo.

La reutilización dentro de la concepción de los Polos Productivos, constituye un pilar importante que se pone de manifiesto a través de la creación de componentes genéricos que garanticen la implementación de varios productos a partir de la definición de especificaciones comunes dentro del mismo Polo. Además de permitir poner a disposición de todos los integrantes cada uno de los elementos del proyecto ya sean por medio de bibliotecas de componentes u otros recursos.

Es por eso que la propuesta de los Polos Productivos desde su propia definición tiende a ser una de las decisiones más acertadas en cuanto a la producción en la UCI.

Otra de las estrategias tomadas para fomentar la eficiencia del proceso productivo de la Universidad es impulsar desde las mismas facultades cuestiones que contribuyan con la generalización y la calidad de la producción. El Proyecto **Calidad** fue creado en cada facultad con el objetivo de lograr llevar la eficacia a

cada uno de los proyectos productivos con que cuenta, para así desarrollar software competitivo y con la eficiencia suficiente para satisfacer las necesidades de las empresas. Las funciones principales de este grupo, son las siguientes:

- Aseguramiento de la Calidad.
- Organización de los proyectos productivos.
- Diseño de los procesos que intervienen en la producción de software.
- Determinación de indicadores que sirvan para medir el buen funcionamiento de estos procesos.
- Diseño de métricas.
- Diseño de Pruebas para los proyectos productivos.
- Investigación sobre los principales estándares de calidad existentes y los documentos normativos reglamentarios y técnicos que regulan la producción de software y su calidad.

Es de interés de este grupo indagar en la influencia que ejercen los factores de la calidad de software en la producción, particularmente en el tema de la reutilización y fortalecer por tanto aspectos importantes como la certificación del código de los productos, la definición de métricas y garantizar la calidad no sólo de los productos finales sino del proceso en general.

Otro de los proyectos que ha tomado fuerza en cuanto al tema de la organización de la producción en la UCI, es el de **Arquitectura**, cuya función principal es analizar en cada una de las facultades las herramientas más idóneas para el desarrollo de cada proyecto y es el encargado además, de sentar las pautas para estandarizar la arquitectura a utilizar en cada polo productivo.

A nivel central existen algunas direcciones que impulsan el empleo de la reutilización, siendo el caso de la Dirección de Software Educativo de la Infraestructura Productiva. Específicamente para la creación de colecciones de multimedia, en esta área se cuenta con un proyecto que tiene como objetivo fundamental automatizar el proceso de construcción de estos sistemas, a partir de la definición de estructuras generales que permitan ensamblar el producto utilizando componentes que han sido elaborados anteriormente y sólo faltaría incluir el contenido del producto. Por lo que la reutilización constituye el principio básico de esta dirección logrando obtener sistemas estables y confiables de manera industrial.

Especialmente se diseñaron 22 multimedia en conjunto con la Facultad 8 para la Empresa SIS y la Colección Multi-Saber, sobre la base de 8 componentes que habían sido creados.

### **3.4 Principales Paradigmas de reutilización de la UCI.**

Un Paradigma es un modelo o patrón a seguir, con fines propiamente científicos, que permita en el caso de la Informática, utilizarse como guía para lograr normalizar el trabajo a desarrollar.

En la UCI, se han hecho algunas propuestas que servirán de guía para organizar el proceso de desarrollo de software actual y como propuesta a largo plazo. A continuación se citarán los principales paradigmas en los que se están dando pasos significativos, que contribuirán con la organización y eficiencia del proceso de desarrollo de software orientado a la reutilización en la Universidad.

#### **3.4.1 Desarrollo de productos basados en SOA.**

La producción de software en la Universidad de las Ciencias Informáticas se está viendo afectada por varios factores que obstaculizan su desarrollo. La dinámica de trabajo de la Universidad, la inestabilidad de los equipos de desarrollo, la falta de documentación, el uso exagerado de tecnologías e incluso el inicio de proyectos que no han investigado aún lo suficiente como para llevarse a cabo, conforman las causas principales del surgimiento de dichos factores, entre los que se pueden mencionar:

- Duplicidad de la Información.
- Dificultades para la sincronización de datos.
- Mucha dependencia entre los sistemas.
- Falta de estándares de información.
- Disímiles tecnologías.
- Poca seguridad de la información.

Es por eso que se propone tener en cuenta principalmente para la Dirección de Informatización, el empleo de la Arquitectura Orientada a Servicios.

SOA, en inglés *Service-Oriented Architecture*, es un concepto de arquitectura de software que define la utilización de servicios para dar soporte a los requerimientos de software del usuario. Proporciona una metodología y un marco de trabajo para documentar las capacidades de negocio y puede dar soporte a las actividades de integración y consolidación. SOA es esencialmente una colección de servicios que se comunican entre sí. Esta comunicación puede involucrar cualquier dato simple que se necesite o servicios que coordinen alguna actividad.

“SOA ha surgido como la mejor manera de afrontar el desafío de hacer más con menos recursos. Promete hacer la reutilización y la integración mucho más fáciles, ayudando a reducir el tiempo de desarrollo y aumentando la agilidad organizacional. No sorprendentemente, el 80% de las organizaciones de IT<sup>6</sup> están implementando aplicaciones usando SOA con Web Services subyacentes. Proporciona mayor flexibilidad para afrontar los cambios tanto en el ambiente de negocios como en la infraestructura tecnológica”. (REYNOSO 2007)

Muchos especialistas consideran que las empresas de desarrollo de software deberían apostar por la arquitectura SOA, fundamentalmente porque “Estándares como los servicios Web y XML están revolucionando la forma en la que los desarrolladores componen los sistemas y los integran en sus arquitecturas distribuidas. Ya no están obligados a utilizar sólo lenguajes rígidos, sino que SOA constituye una guía para desarrollos específicos de la informática distribuida basada en Internet. Al emplear estándares para que las aplicaciones se comuniquen entre sí que, además, se reutilizan tantas veces como sea necesario, las empresas son capaces de adaptarse mejor a los cambios y evolucionar de forma más rápida y sencilla.” (CHAPELL 2007)

Es por eso que el desarrollo de sistemas usando SOA requiere un compromiso con este modelo en términos de planificación, herramientas e infraestructura.

Se dice además, que aunque existen pocas compañías de software que la utilicen correctamente, la mayoría son conscientes de los beneficios y la importancia que implica, en el mundo de la informática actual, la reutilización de servicios y aplicaciones asociados a este tipo de arquitectura. También consideran que el empleo de la tecnología aislada ya no es suficiente para garantizar la calidad, pero aún

---

<sup>6</sup> IT: Tecnología de la Información

así no se están dando pasos suficientes para concretar el tema, y el motivo, habitualmente tiene que ver con la resistencia de los implicados al cambio.

Cuando se habla de SOA al mismo tiempo se está hablando de un juego de servicios residentes en Internet o en una intranet como una de las formas de aplicar esta arquitectura al desarrollo de sistemas de software, a través del empleo de Servicios Web. Existe un conjunto de estándares relacionado con estos servicios, entre los que se pueden citar:

#### *Estándares Web*

- XML (Se utiliza fundamentalmente para la transferencia de datos entre servicios Web)
- SOAP (Es utilizado para la comunicación entre Servicios Web)
- WSDL (Se utiliza para la descripción de los servicios)
- UDDI (Es empleado para descubrimiento y documentación de Servicios Web)

La Arquitectura SOA es uno de los principales prototipos por los que apuesta la Dirección de Informatización de la UCI, porque fundamentalmente ha proporcionado una alianza estratégica con empresas de renombre a nivel mundial, siendo el caso de Software AG.

Es un modelo de integración basado en estándares abiertos, no sólo SOAP y XML, sino 50 estándares más que definen la arquitectura. Es un concepto que contribuye con el cambio de la filosofía de arquitectura de las Tecnologías de la Información, ya que es la base para el paso de un modelo de procesamiento transaccional a un modelo procedural.

Esta nueva arquitectura está tomando fuerza en el mundo de las IT, permitiendo el cumplimiento de las demandas en tiempo real, el aumento de la eficiencia, la adaptabilidad del proceso de desarrollo de dichos sistemas y la disminución del costo a través de tecnologías estándares. La ventaja fundamental que proporciona es la interoperabilidad entre los sistemas. ¿Por qué constituye SOA realmente uno de los principales paradigmas de reutilización en la UCI?

Puede decirse que constituye una nueva forma de reutilización, en cuanto a los servicios, atendiendo a las prestaciones que pueda brindar un sistema determinado, dando la posibilidad de reutilizar los recursos

que necesiten el resto de las aplicaciones. No consiste sólo en reutilizar componentes, sino en acceder a los servicios que ya han sido creados. Además que requiere para su implantación de otros recursos que son fundamentales para impulsar la reutilización como la definición de tecnologías comunes y el uso de estándares de comunicación.

Se puede mencionar la integración utilizada en los Proyectos de Informatización de la Facultad 3 que utilizan Zope-Plone/Python y la unión con la arquitectura SOA a través de los estándares Web SOAP y REST, fundamentalmente en la reutilización de módulos propios del lenguaje que dan soporte a dichos estándares.

El GForge UCI (<https://gforge.uci.cu/>) es un proyecto que se ha llevado a cabo por la FEU de la Universidad que impulsa el desarrollo de software. Tiene como objetivo proveer de un ambiente para el Desarrollo Colaborativo. Soportado por la herramienta GForge, que ayuda a los proyectos a desarrollar de forma comunitaria y no presencial, basándose en técnicas de gestión de la calidad del software, provee hospedaje para proyectos, foros, listas de discusión, seguimiento de errores, herramientas para crear y controlar el acceso al código fuente en repositorios, control de versiones a través del Subversion, entre otras herramientas y facilidades como:

### **Herramientas Adicionales**

- Administración de Versiones de Ficheros.
- Administración de documentos.
- Anuncios y noticias.
- Encuestas para usuarios y administradores.
- Seguimientos de registros con número ilimitado de categorías, y campos de texto.
- Administración de Tareas.

Trabaja, además, sobre la base de estándares Web como SOAP y HTML, que permiten gestionar servicios como:

- Repositorio de Software Libre.
- Soporte.

- Entrenamientos.
- Mensajería Instantánea.
- Listas de Discusión.
- Hospedaje Virtual para Proyectos.
- Repositorio de Código Fuente.

Siendo muchos de ellos atributos fundamentales para impulsar el factor reutilidad en la Universidad.

### **3.4.2 Desarrollo de Software orientado a Procesos.**

Un proceso es un conjunto de actividades que están organizadas de forma lógica y ordenada encaminadas a construir un producto o brindar un servicio determinado, contando siempre con entradas, transformaciones y salidas. Es un grupo de prácticas que se ejecutan con el propósito de satisfacer los requerimientos planteados por los clientes. Un proceso incluye herramientas, métodos, recursos y capital humano necesario para desarrollar un producto determinado.

Se dice actualmente que uno de los objetivos perseguidos por las empresas es centrar su arquitectura global en los procesos de negocio que realiza. La Arquitectura Orientada a Procesos (POA) identifica los mismos, como la pieza central de la arquitectura.

En realidad POA utiliza a SOA para la parte técnica, exponiendo la funcionalidad de la organización como servicios. En Leading Edge Forum Report (REPORT 2003) se define POA como "la extensión de SOA para posibilitar el uso de procesos con posibilidades de uso común, basados en Servicios Web compartidos, definidos dentro de SOA trabajando en conjunto con el resto". POA se construye sobre los fundamentos de SOA, si esta se centra en los bloques de construcción (servicios), POA se concentra en cómo construir algo con significado (procesos) utilizando estos bloques de construcción. Como estas arquitecturas están relacionadas, algunas organizaciones están pasando previamente a SOA, para más tarde ser capaces de pasar a POA más fácilmente.

“Las arquitecturas orientadas a procesos resuelven el problema de introducir la lógica dentro de desarrollo “a medida” o soluciones comerciales. Esta nueva manera de desarrollar permite acortar mucho el tiempo



de desarrollo, así como dar grandes ventajas a nivel de mantenimiento evolutivo y flexibilidad en la gestión del cambio.” (GÓMEZ 2007)

Esta arquitectura resalta los procesos como una dimensión dominante, pero los mismos consumen, generan o transforman información, y a su vez deben cumplir un conjunto de reglas corporativas de las empresas. Las arquitecturas basadas en la información enfatizan la dimensión de la misma, y consideran a los procesos como operaciones que son disparadas como resultado de que la información cambie. Esta visión hace éstos queden ocultos en múltiples aplicaciones software, desde las herramientas más habituales de ofimática a complejos sistemas ERP (soluciones de planificación de recursos).

Con el objetivo de independizar la automatización y optimización de los procesos de negocio de las aplicaciones, para que cualquier modificación en la lógica de negocio no afecte al código de los productos se utilizan Sistemas de Gestión de Procesos de Negocio (BPMS).

BPM es la primera herramienta de planificación de procesos colaborativos que se ofrece bajo demanda y que permite mapear los procesos, identificar problemas y priorizar oportunidades. Es una solución que tiene por objeto ayudar a los procesos de negocio a aprovechar de forma directa el entorno SOA, a través de una navegación fluida y completa que permite la vinculación dinámica a servicios gestionados. Ayuda a separar los complejos sistemas de Tecnologías de la Información de los procesos de negocio y crea una infraestructura más flexible que incrementa la agilidad tanto de los negocios como de las IT.

BPM es un intento sistemático para mejorar los procesos de negocio de una empresa. Las actividades de este sistema buscan hacer los procesos de negocio más efectivos, eficientes y adaptables a un ambiente dinámico; las empresas afrontan con más frecuencia procesos más complejos. Surge como un nuevo paradigma para dar solución a la integración de sistemas homogéneos, haciendo convivir las aplicaciones existentes con nuevos desarrollos y por tanto permiten utilizar elementos semejantes que existen entre estos sistemas.

La integración de POA, SOA y BPM constituye un nuevo paradigma de reutilización, que permite fundamentalmente la relación con entidades internacionales y la UCI, ejemplo: la Empresa Software AG. Dentro de la Producción de Software de la Universidad se hace imprescindible definir cuales son los principales procesos que caracterizan el desarrollo de productos para lograr tener en cuenta esta

integración. BPM es considerado como una Herramienta de Cuarta Generación que permite la integración de estos procesos para automatizar la Producción de Software, por lo que constituyen un modelo a seguir para la Industrialización de la UCI.

### **3.4.3 Desarrollo basado en Software Libre.**

Software Libre (SL) está estrechamente relacionado con la Arquitectura SOA, siendo una de las propuestas tecnológicas a utilizar por los usuarios de la misma.

SL es aquel sistema que, una vez obtenido, puede ser usado, copiado, estudiado, modificado y redistribuido libremente. El software libre suele estar disponible gratuitamente en Internet, o al precio del costo de la distribución a través de otros medios. Provee además de libertades de uso (donde y cuando sea necesario para cualquier función), modificación (facilidades para realizar adaptaciones, mejoras y diversificaciones) y distribución (permitiendo hacer copias y añadir funcionalidades). Acumula, además, mejoras en cuanto a la calidad, empleando fundamentalmente el código fuente del programa, sin necesidad de volver a escribirlo. Para lograr una mejor comprensión, ponemos a su disposición un mapa conceptual que define todos los parámetros de software libre. (Anexo 4)

El valor fundamental de la utilización de Software Libre, viene dado precisamente por el concepto mismo de código abierto (termino por el que se conoce al código distribuido y desarrollado libremente, que brinda la posibilidad de modificar y utilizar para desarrollos posteriores), que está basado en compartir ideas mediante el código fuente, el cual ha llegado a convertirse en un propulsor de la comunicación y por tanto de la reutilización.

Es por eso, que el Software Libre constituye potencialmente otro de los paradigmas de reutilización en la UCI. Hasta el momento de las facultades de la Universidad sólo la 10 se especializa en abordar este tema en toda su cabalidad, dirigiendo fundamentalmente la investigación al estudio de estándares abiertos de información y concretamente a la implementación de su propio sistema de Software Libre, a partir de la creación del sistema operativo Nova Linux. Otras facultades han dado ya los primeros pasos en la migración de toda su producción a SL, aún con resultados incipientes, siendo más concretos en las facultades 4 y 6.

Analizando la totalidad de los proyectos productivos en temas relacionados con el empleo de estas herramientas, se pueden mencionar los siguientes datos:

- ✦ De los 18 lenguajes de programación que se utilizan, el 80% es tecnología propiamente libre.
- ✦ El 74% de los 5 gestores de bases de datos que se emplean, son libres, pudiendo mencionar MySQL y PostgreSQL.
- ✦ Aunque en la Universidad prevalece la utilización del Sistema operativo Microsoft Windows XP Profesional, se están dando los primeros pasos para impulsar la migración de todos los proyectos hacia Linux, siendo el 40% de los sistemas utilizados versiones del mismo, dentro de ellas Nova Linux que es la versión propia de la UCI.

#### **3.4.4 Factorías de Software.**

“Una Factoría de Software es una línea de productos de software que configura herramientas extensibles, procesos y contenido [...] para automatizar el desarrollo y mantenimiento de variantes de un producto arquetípico mediante la adaptación, ensamblaje y configuración de componentes basados en frameworks”. Por lo tanto, las Factorías de Software se centran en el desarrollo de sistemas similares promoviendo la reutilización de arquitecturas, componentes de software y conocimiento que posibiliten la obtención de mejores resultados con menos costo y en un menor tiempo.

Para lograr el buen funcionamiento de las factorías se debe poseer un grupo de herramientas estandarizadas tanto para la construcción de software como para la gestión y administración de proyectos, lo que permite automatizar parte del trabajo para facilitar el desarrollo del mismo.

Las principales actividades que promueven las Factorías de Software son:

- ✦ *Construcción de familias de software similar.* Esta actividad supone el análisis y diseño de una arquitectura común para un conjunto de sistemas, y el desarrollo de un framework que soporte esta arquitectura.

- ✦ *Ensamblado de componentes.* La construcción de un nuevo sistema supone el uso, ensamblado y/o configuración de los componentes proporcionados por el framework.

Requiere además que se apliquen técnicas que faciliten la estimación de costos, plazos y tamaño de equipo para un determinado proyecto, y lograr que los costos estimados y compromisos de cronogramas establecidos puedan ser satisfechos y confiables.

Una factoría debe tener establecida una política que asegure la calidad del software, a través de métodos y técnicas estandarizadas, y manteniendo capacitados a los especialistas en el tema. Esta a su vez tiene establecida líneas de productos lo que supone la creación de una arquitectura común para cada línea y muchas veces un framework que soporte la arquitectura. Estas son las principales características que hacen la diferencia entre desarrollar software de manera artesanal y una verdadera factoría de software. Es por eso que la misma constituye un pilar importante para lograr impulsar desde la UCI una verdadera Industria y por tanto un paradigma importante para fomentar la reutilización.

### **3.5 Conclusiones del Capítulo.**

Es importante promover, desde la propia Dirección de Producción de las Facultades, asuntos relacionados con la reutilización como:

- ✦ Establecer estándares de información de manera centralizada en la facultad para la formalización de la documentación que interviene en las diferentes etapas del proceso de producción; tomando como referencia el trabajo realizado por la facultad 10.
- ✦ Trabajar sobre la base de los Polos Productivos para estandarizar las herramientas que se emplearán en los proyectos.
- ✦ Impulsar, tanto como sea posible, la migración a Software Libre.
- ✦ Promover centralmente la creación de repositorios y que sea utilizado por los proyectos.
- ✦ Animar a los integrantes de los proyectos a convertir la producción en un proceso colaborativo y social.

Analizando el Proceso de Producción de software de manera central debemos citar:

- ✦ Estimular la organización de la producción, desde la concepción de los Polos Productivos como un instrumento importante para estructurar fundamentalmente el tema de la reutilización de software.
- ✦ Promover el tema de la reutilización desde algunos proyectos que existen en todas las facultades como:
  - ✦ Proyecto Calidad: Encargado de sentar las pautas para lograr la eficacia en la construcción de productos.
  - ✦ Proyecto Arquitectura: Facultado para definir la arquitectura que se utilizara para la producción.

Se identificaron además los principales paradigmas de reutilización por los que apuesta la Producción en la UCI, a los que les debería prestar especial atención por la repercusión mundial que tienen y la influencia que ejercen sobre la producción de software en especial sobre la reutilización. Ellos son:

- ✦ Desarrollos de productos basados en SOA.
- ✦ Desarrollo de Software orientado a Procesos
- ✦ Desarrollo basado en Software Libre.
- ✦ Factorías de Software.

## **Capítulo IV - Propuesta de Estrategia y Visión de la Reutilización.**

### **4.1 Introducción.**

La complejidad y diversidad del Proceso de Producción de Software de la UCI y la visión futurista de las metas que ésta se ha planteado para impulsar una verdadera Industria cubana del Software, condicionan la necesidad de elaborar y aplicar estrategias orientadas a la reutilización sistemática que redunden en un impacto altamente positivo sobre los costos de desarrollo, la productividad, funcionalidad, calidad, eficiencia y el mantenimiento de los sistemas.

En el presente capítulo se propondrán un conjunto de métodos y estrategias encaminadas a hacer de la reutilización, en la Universidad, un proceso real, organizado y metódico que tribute a la solución de los principales problemas que se diagnosticaron en el transcurso de la investigación.

### **4.2 Visión de la Reutilización**

La adopción de técnicas de reutilización en una organización ha de seguir un proceso de evolución, que parte desde la propuesta de soluciones tecnológicas simples (como la definición de pequeños algoritmos genéricos) hasta plantear soluciones de mayor complejidad (como la conceptualización de herramientas, arquitecturas y metodologías de desarrollo que sean orientados a hacer de la reutilización una política a seguir).

Es por eso que la tendencia del Proceso de Producción dentro de la UCI necesariamente debe estar orientada a proponer un modelo de evolución incremental que conlleve a alcanzar, dentro del Desarrollo de productos, la adopción de la Reutilización como un proceso sistemático que se basa en la estandarización de los activos reutilizables y los procesos para producirlos, la creación de una infraestructura para la producción de estos activos y los mecanismos organizativos adecuados que faciliten la reutilización de los mismos. Requiere además de la definición de dos grupos que se especialicen en dos aspectos fundamentales en esta etapa:

- ✦ *Grupo de Ingeniería de dominio:* Responsables de crear y mantener los activos reutilizables.
- ✦ *Grupo de Ingeniería de aplicación:* Responsables de reutilizar los componentes producidos por el grupo anterior.

Es por eso que podemos asegurar que muchas de las propuestas que se obtienen de la presente investigación y que tributan a hacer de la Reutilización en la UCI una política a seguir pueden ser ejecutadas por estos dos grupos e incluso definir nuevas tareas para los mismos.

### **4.3 Problemas detectados y sus posibles Soluciones**

#### **4.3.1 Problemas técnicos.**

##### **Disponibilidad de recursos**

Un elemento importante para garantizar el desarrollo de un programa completo de reutilización es contar con los recursos y herramientas que nos permitan gestionar y divulgar la información.

En la Universidad la herramienta más utilizada para lograr mejoras en este aspecto se basa en la creación de repositorios dentro de los mismos proyectos o a nivel de facultad. Pero esta solución no se observa en todas las facultades ni en todos los proyectos de igual forma.

Solamente 3 de las 10 facultades han logrado concretar la creación de estos elementos. Mientras que de los 25 proyectos estudiados, sólo 8 lo tenían implementado.

La propuesta para dar solución a esta situación es:

- ✦ Creación de una Biblioteca de componentes de software reutilizables a nivel de Universidad que permita gestionar toda la información necesaria para el desarrollo de los Proyectos Productivos.

### **Definiciones Importantes**

¿Que es una Biblioteca de componentes de software reutilizables?

Es una colección de repositorios que almacenan todos aquellos componentes o activos, que participan en el ciclo de vida de un software, que permitan el trabajo colaborativo de equipos de desarrollo localizados en diferentes lugares geográficos, utilizando las facilidades que ofrecen las Intranet e Internet, de manera tal que los componentes o activos puedan ser aportados, utilizados o consultados.

Los *componentes o activos de software* son aquellos artefactos que se generen durante alguna de las etapas del ciclo de vida de un software, un módulo generado a partir de estos artefactos o un producto ya elaborado que está formado por dichos módulos.

Un *repositorio* es una base de datos simple que facilita el almacenamiento de los componentes de software reutilizables, que constituyen elementos centrales para el soporte operativo de la reutilización, y permiten además realizar búsquedas, gestionar los cambios y garantizar la calidad, aunque no es lo suficientemente seguro y confiable para soportar todas las responsabilidades que impone el desarrollo de software orientados a la reutilización.

Están dirigidos a facilitar la reusabilidad de cualquier componente desarrollado a lo largo del ciclo de vida de los diferentes productos.

Las razones fundamentales para la existencia de un repositorio son:

- ✦ proporcionar un soporte para la información que se genera en los proyectos
- ✦ garantizar el acceso de todo el equipo de desarrollo y mantenimiento a los elementos reutilizables que lo componen.
- ✦ soportar la composición de nuevos productos.

Se propone tener en cuenta el trabajo de diploma realizado por estudiantes de la Facultad 4 “Estudio para la implantación de una biblioteca de componentes reutilizables en la UCI”, que brinda los procedimientos a



seguir para crear una herramienta que sirva de soporte a las tareas propias de una política de reutilización.

En el trabajo antes mencionado se definen dos posibles soluciones:

1. El Gforge como propuesta inmediata, pero no como solución permanente,

Es la propuesta inmediata porque brinda las siguientes ventajas:

- Herramienta basada en plataforma libre.
- Tecnología ya disponible en la UCI. Servidor instalado con el Gforge.
- Personal preparado en el manejo y administración de la herramienta.
- Se comienza a crear cultura alrededor de la reutilización.

Pero no puede ser la solución permanente porque a largo plazo no resolverá todos los problemas, directamente relacionados con algunas deficiencias que tiene el mismo Gforge como:

- No posee una wiki.
- No brinda la seguridad necesaria para la información.
- No posee una interfaz que se adapte al proceso de desarrollo de la UCI.

Por tanto con el tiempo será necesario

2. Desarrollar una biblioteca de componentes de software reutilizables propia de la UCI que contenga los siguientes elementos:

- Repositorios de componentes.
- Wiki.
- Control de versiones.
- Foros de discusión.
- Comunicación mediante listas de distribución de correo.
- Gestión y monitoreo de la planificación de tareas.

### 4.3.2 Problemas Tecnológicos.

Para lograr que el proceso de producción de la UCI sea basado en la reutilización se necesita unificar el conjunto de herramientas que se utilizarán en cada una de las etapas dentro de dicho proceso, desde el modelado de sistemas hasta su propia implementación y acceso a datos.

Es difícil realizar un análisis exhaustivo de cada una de las herramientas que se emplean, por la amplia variedad que existe y la necesidad de interactuar con cada aplicación para hacer una comparación más exacta de las mismas. A continuación se analizará a nivel central como se encuentra la diversificación de tecnologías que se utilizan.

- Atendiendo a los lenguajes de programación que se manipulan en los proyectos podemos mencionar la existencia de 18 lenguajes diferentes, aunque el mayor porcentaje lo ocupa HTML, XML y Java. Es importante impulsar el empleo de lenguajes que pertenecen a herramientas de software libre que hasta el momento ocupan el 80% de la totalidad de los mismos.

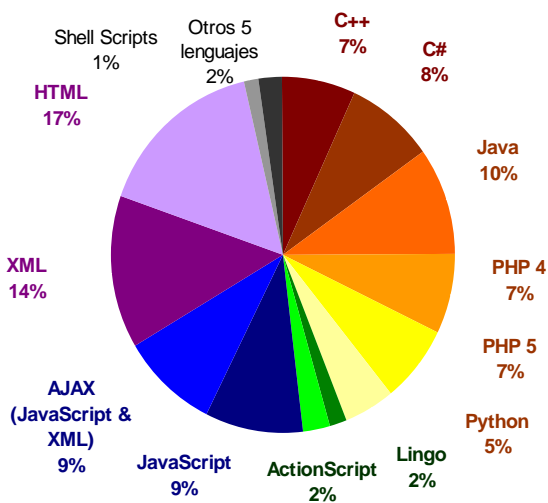
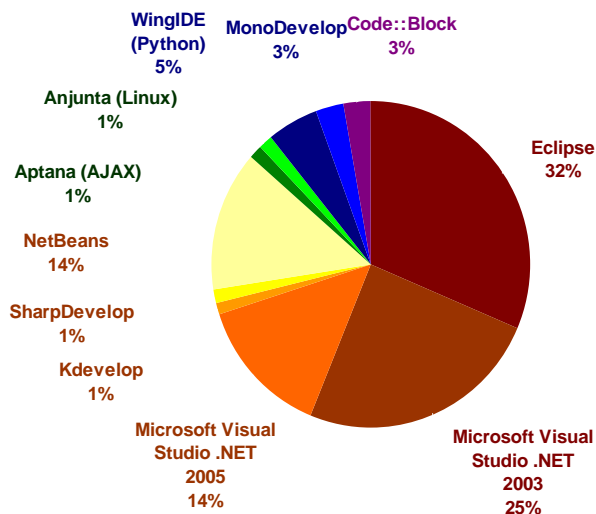


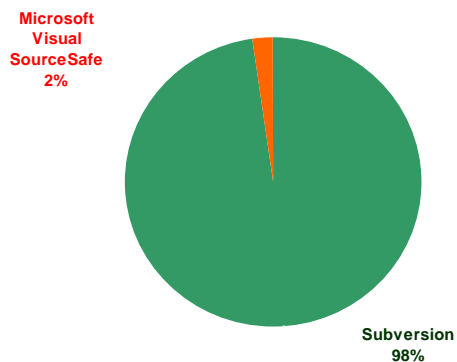
Gráfico 10: Lenguajes de Programación utilizados en los Proyectos de la UCI

- En cuanto a los Entornos Integrados de Desarrollo, prevalecen el Eclipse con un 32% y el Visual Studio .NET 2003 que ocupa el 25%



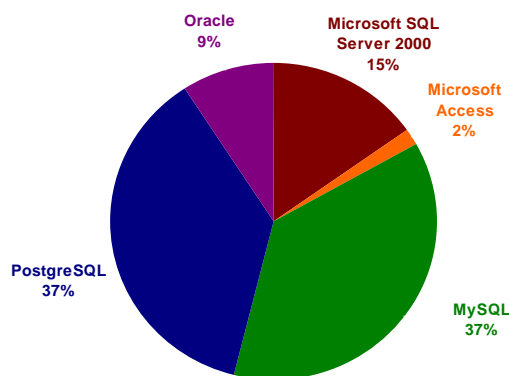
**Gráfico 11: Entornos Integrados de Desarrollo en la UCI**

- Aunque se ha logrado que los Sistemas de Control de Versiones que se utilicen sean el Subversion y el Microsoft Visual SourceSafe, que constituyen un elemento importante para gestionar la reutilización sólo el 37% de los proyectos de la Universidad utilizan estas herramientas.



**Gráfico 12: Herramientas de Control de Versiones utilizadas en la UCI**

- Dentro de los Sistemas Gestores de Bases de Datos más empleados encontramos MySQL y PostgreSQL que coincidentemente son tecnologías libres.



**Gráfico 13: Gestores de Bases de Datos que se emplean en los Proyectos de la UCI**

Otros datos importantes que podemos mencionar son:

- El protagonismo de las Herramientas de Modelado lo ocupan, el Rational Rose y el Visual Paradigm.
- Aunque sólo el 52% de los proyectos de la Universidad utilizan Herramientas de Gestión de Proyecto es considerado un elemento importante dentro de la organización de la producción.
- La tendencia de sustituir el Software Propietario por el Software Libre es muy fuerte; aunque hasta el momento sólo el 40% de los proyectos utilizan alguna versión de Linux como Sistema Operativo, se hace evidente la necesidad de migrar todo el proceso productivo.
- Aunque la metodología de software que más se utiliza en la Universidad es RUP, no se ha logrado implementar una metodología propia que incluya procesos de reutilización de software o incluso adaptar las mismas que se utilizan en la Universidad para soportar la reutilización sistemática.

Un recurso importante dentro de la Producción constituye la definición de estándares de información que permitan agrupar el conocimiento que se emplea en cada uno de los proyectos de manera central. Si tenemos en cuenta el caso específico de SOA, la definición de estos estándares garantiza que los proyectos sean capaces de adaptarse mejor a los cambios y construir los productos de forma más rápida y sencilla, propiciando la interoperabilidad entre los sistemas

El Expediente de Proyecto es el único documento que se ha definido hasta el momento para estandarizar la documentación de los mismos, cuyo propósito es brindar una idea de la reglamentación que se debe seguir para recoger toda la información necesaria e imprescindible que facilite el control y manejo de la misma por todo el equipo de desarrollo. Contribuye además con la socialización del contenido de cada proyecto para que pueda ser reutilizado, en caso necesario, por otros equipos.

Otro aspecto significativo a tener en cuenta es la normalización de la implementación de los productos, algunos datos afirman que de los proyectos que se encuestaron en la presente investigación se notó que el 72% de los mismos utilizan estándares de código, pero sólo para consumo de sus programadores, es decir que garantizan la comprensión de la programación dentro del proyecto pero no el intercambio con otros desarrolladores. Además, los estándares que emplean son los que se definen internacionalmente para cada lenguaje, pero no se ha logrado incluso definir un estándar propio que sea independiente del lenguaje de programación que se utilice, lo que impide a los proyectos interiorizar correctamente el trabajo realizado por otros.

Por tanto podemos afirmar que la **Estandarización Tecnológica** es un requerimiento importante para lograr organizar el proceso productivo de la UCI y por consecuencia imprescindible para garantizar un programa de reutilización.

A pesar de que la información y lenguajes de programación que se utiliza en la Producción dentro de la Universidad es muy variada se puede lograr que se defina un estándar central que no se rija sólo por el lenguaje sino también que incluya aspectos generales de la nomenclatura del producto.

También se plantea tener en cuenta para el caso de los estilos de información, el trabajo que viene realizando la Facultad 10 que se presenta como la más organizada en este punto, logrando definir estándares, fundamentalmente para reglamentar el código, los requisitos y el contenido de los productos.

Es imprescindible definir a largo plazo una Metodología de Desarrollo de Software que incluya dentro de los procesos de la misma la reutilización en cada una de sus etapas teniendo en cuenta que se puede reutilizar cualquier elemento que se obtiene dentro del proceso de desarrollo de software completo. Pudiéramos incluso tener como referencia la metodología realizada por la empresa The Reuse Company, IRM (Incremental Reuse Method) que tiene como base a RUP, pero con algunas adaptaciones orientadas a la Reutilización Sistemática

Un ejemplo importante a tener en cuenta es el trabajo que ha venido realizando la **Dirección de Informatización** que está dando los primeros pasos con respecto al tema. Además de proponer que utilizarán para los proyectos de informatización, Arquitectura Orientada Servicios, definen que la tecnología a utilizar será:

- PostgreSQL como gestor de Bases de datos

Para los servicios Web y los portales la tecnología propuestas es:

- PHP (Se sugiere utilizar PHP para la mayoría de los sitios Web y portales por ser más liviano y fácil de utilizar)
- Zope/Plone
- Se recomienda además la utilización de Ajax en las aplicaciones Web.
- La tecnología aprobada para el desarrollo de aplicaciones de escritorio es J2EE.
- Se utilizarán momentáneamente los estándares definidos internacionalmente para cada lenguaje de programación utilizado.
- Java: El estándar definido por Sun. <http://java.sun.com/docs/codeconv/CodeConventions.pdf>
- PHP: Se utilizará la propuesta por el grupo de desarrollo de la librería PEAR. <http://pear.php.net/manual/en/standards.php>
- Plone: <http://wiki.zope.org/zope3/CodingStyle>
- Python: <http://www.python.org/doc/essays/styleguide.html>
- C#: [http://www.mono-project.com/Coding\\_Guidelines](http://www.mono-project.com/Coding_Guidelines)

También han definido la nomenclatura básica a utilizar para el trabajo con las bases de datos y nomencladores globales para el uso común de los sistemas, en la definición de nombres e identificadores.

Todo el trabajo que ha realizado esta Dirección garantiza de manera centralizada la similitud de los productos que se realicen y en consecuencia que la reutilización sea para estos proyectos un tema fácil de trabajar.

### **4.3.3 Problemas Culturales.**

Constituye uno de las principales dificultades que ha enfrentado la reutilización en la UCI. La causa fundamental es que el equipo de desarrollo de un producto en general considera que es mejor agregar a la construcción de software su propio estilo que emplear lo que otros desarrolladores ha realizado con anterioridad y a veces les es difícil comprender la información que otros elaboraron, especialmente el código. En muchos casos se dificulta, también, la legibilidad e interpretación de los componentes elaborados por otras personas y es complicado comprobar la validez y fiabilidad de dichos elementos. Es por tanto que la reutilización se ha visto frenada por el rechazo de los propios protagonistas de la producción de software.

Por tanto la solución a esta deficiencia está dada por diferentes factores como:

- En primer lugar se hace necesaria crear conciencia en cada uno de los integrantes de los proyectos de la importancia que implica realizar un proceso de desarrollo de software estrechamente relacionado con la reutilización y las ventajas que esta ofrece.
- Promover que se documente toda la información que se obtiene de los proyectos fundamentalmente en el código, teniendo en cuenta normas internacionales.
- Certificar por el proyecto Calidad toda la información que se maneja en el proyecto desde su propio proceso de desarrollo logrando así la confiabilidad de los componentes que se obtienen.
- Socializar la información que se adquiere en los proyectos.

- Impulsar el empleo de espacios que permitan a los equipos de proyecto intercambiar criterios como son: foros de discusión, encuentro entre roles homólogos, talleres, y otros espacios que se coordinan a nivel central por ejemplo:
  - El Consejo Técnico de IP que es el encargado de evaluar los lineamientos tecnológicos que se utilizarán en la producción.
  - Los Congresos de Producción que se han desarrollado donde se han expuesto los principales problemas y soluciones que enfrenta la producción en la actualidad.
  - Los Consejos de Producción donde se debaten fundamentalmente la producción de las facultades, y los principales logros e insatisfacciones que enfrenta el proceso en general.
  - Las Comunidades de Desarrollo es un grupo encargado de agrupar a todos los desarrolladores que trabajan con la misma tecnología, permitiendo el intercambio de experiencias. Contribuye con una mejor preparación de sus miembros, al desarrollo colaborativo y a la socialización del conocimiento. Es un espacio para aprender y compartir la información sobre temas diversos que se crean en la Universidad.

#### **4.3.4 Problemas Organizativos.**

La reutilización también se ha enfrentado a problemas organizativos fundamentalmente porque la Dirección de Producción de la Universidad hasta el momento no ha sentado las bases para hacer de la misma un proceso centralizado a pesar de que evalúa constantemente las ventajas que proporciona; no ha logrado centrar la producción orientada a la reutilización del software.

En el caso de Calidad se logró que en todas las facultades existiera un proyecto investigativo que certificara la estructuración del tema. Entonces la pregunta es ¿Por qué si consideramos que la reutilización es también, un factor importante no hacemos de ella un proceso organizado y sistemático?

Dentro de la propuesta de los Polos Productivos se plantea tener en cuenta el concepto de las Líneas de Productos de Software como una especialización más reducida de dichos polos y que permitirán además



de agrupar los proyectos por temáticas, estructurar los productos atendiendo a las similitudes que estos presenten.

### ***Líneas de Productos de Software (LPS)***

Uno de los principales paradigmas de reutilización a nivel mundial en la actualidad es el concepto de líneas de productos. En la UCI es un tema importante a tratar dentro de la nueva propuesta de los Polos Productivos como una especialización en el desarrollo de productos.

Producir sistemas relacionados como línea de productos ha permitido que las organizaciones alcancen niveles crecientes de calidad y reduzcan significativamente el costo y el tiempo de desarrollo.

Pero, ¿que es una Línea de Producto de Software?

Se refiere a un conjunto de técnicas de ingeniería que permite crear un catálogo de sistemas de software similares a partir del empleo de activos de software que han sido elaborados con anterioridad.

Un activo de software reutilizable es un producto de software diseñado expresamente para ser utilizado múltiples veces en el desarrollo de diferentes sistemas o aplicaciones. Entre ellos se pueden mencionar:

- Un componente de software
- Una especificación de requisitos
- Un modelo de negocios
- Una especificación de diseño
- Un algoritmo
- Una arquitectura de dominio
- Un esquema de base de datos
- Una especificación de prueba
- La documentación de un sistema
- Un plan
- Un patrón de diseño
- Cualquier elemento que se pueda obtener del proceso de producción.

La idea básica de las LPS incluye:

- ✦ El ensamblaje de partes de software previamente elaboradas.
- ✦ Está fundamentada en la Reutilización del Software.
- ✦ Asume la existencia de una verdadera industria de partes.

#### **Diferentes definiciones de Líneas de Productos de Software:**

"...se refieren a técnicas de ingeniería para crear un portafolio de sistemas de software similares, a partir de un conjunto compartido de activos de software, usando un medio común de producción" (Krueger, 2006)

"... es un conjunto de sistemas de software que comparten un conjunto común y gestionado de aspectos que satisfacen las necesidades específicas de un segmento de mercado o misión y que son desarrollados a partir de un conjunto común de activos fundamentales (de software) de una manera preescrita" (Clements and Northrop, 2002)

"...consiste de una familia de sistemas de software que tienen una funcionalidad común y alguna funcionalidad variable" (Gomma, 2004)

- ✦ La funcionalidad común descansa en el uso recurrente de un conjunto común de activos reutilizables (requisitos, diseños, componentes, servicios Web, etc.)
- ✦ Los activos son reutilizados por todos los miembros de la familia

El modelo básico de una línea de producto de software está compuesto por los siguientes elementos:

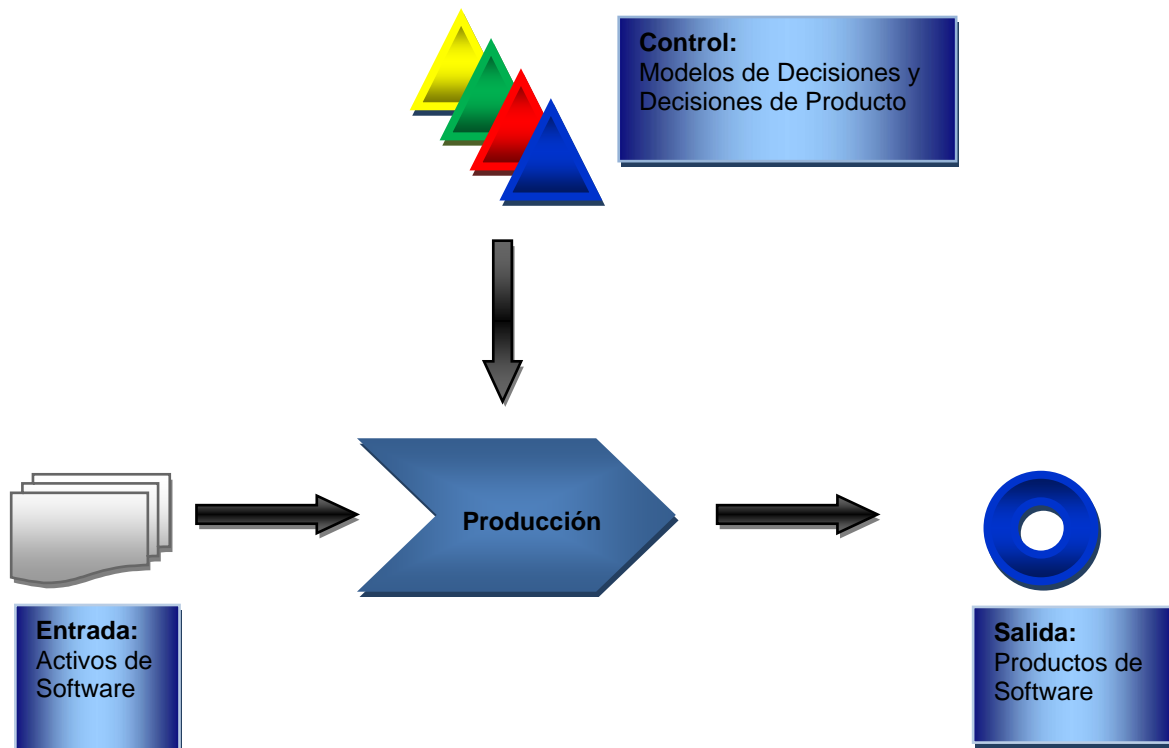


Figura 4: Modelo básico de las Líneas de Productos de Software.

### La entrada: Activos de Software

Una colección de activos del software - tales como requisitos, componentes del código fuente, casos de la prueba, arquitectura, y documentación - que pueden ser configurados y agrupados de diversas maneras para crear todos los productos en una misma línea. Cada uno de los activos tiene un papel bien definido dentro de una arquitectura común para la línea de productos.

### El control: Modelos de Decisión y Decisiones de Productos

- ✦ Los Modelos de Decisiones describen los aspectos variables y opcionales de los productos de la línea.
- ✦ Cada producto es definido únicamente por un conjunto de decisiones (decisiones del producto).

### **Mecanismo y proceso de la producción**

- Establece los mecanismos o pasos para componer y configurar productos a partir de los activos de entrada
- Las decisiones del producto se usan para determinar qué activos de entrada utilizar y cómo configurar los puntos de variación de dichos elementos.

### **La salida: Productos de software**

La colección de todos los productos que se pueden producir para la línea específica. *El alcance* de la línea de productos es determinado por el sistema de las salidas del producto de software que se pueden obtener de los activos del software y del modelo de decisión.

Entre los principales beneficios que aporta para la producción de software se pueden encontrar que la entrega de los productos se hace de manera más rápida, económica y con una mejor calidad. Las LPS producen mejoras en cuanto a:

- Tiempo de entrega del producto.
- Costos de Ingeniería.
- Cantidad de Información.
- Tamaño del catalogo de productos.
- Reducción de las tasas de defectos.
- Calidad de los productos.
- Valor competitivo del producto.
- Márgenes mayores de ganancia.
- Reputación de la empresa.
- Reducción de riesgos en la entrega de los productos.

Requieren almacenar sus activos de software en repositorios, donde se puedan archivar todos los elementos de software de manera tal que facilite la recuperación y aseguramiento de la disponibilidad de dichos elementos para apoyar el desarrollo de las LPS.

La **propuesta final** para lograr que la reutilización del software solidifique las bases para hacer de la producción del software en la UCI un proceso industrializado es:

- ✦ Dentro del Grupo de Investigación, Arquitectura de Software, que aún está en fase de organización, proponemos abrir una temática de investigación que coordine desde la misma todos los pasos que se deben dar con respecto a la organización de la reutilización.

#### **4.4 Conclusiones del Capítulo.**

De manera general en este capítulo se trató de dar solución a cada una de las dificultades que se encontraron a lo largo de la investigación, que impiden que el desarrollo de software en la Universidad sea orientado a la reutilización sistemática. Por tanto se plantearon una serie de pasos que contribuirán inicialmente a conformar la estrategia que dará respuesta a cada uno de estos problemas. A continuación se enumerarán estos aspectos:

Para los “Problemas Técnicos”, la propuesta es:

- ✦ La creación de una Biblioteca de componentes de software reutilizables a nivel de Universidad que permita gestionar toda la información necesaria para el desarrollo de los Proyectos Productivos.

Para los Problemas Tecnológicos”:

- ✦ Apostar por la Estandarización Tecnológica a nivel central, porque constituye un requerimiento importante para organizar el proceso productivo de la UCI y por consecuencia imprescindible para garantizar un programa de reutilización.
- ✦ Definir un Estándar central de código que no se rija sólo por el lenguaje sino también que incluya aspectos generales de la nomenclatura del producto.
- ✦ También se plantea tener en cuenta para el caso de los estilos de información, el trabajo que viene realizando la Facultad 10 que representa la más organizada en este punto, logrando definir

estándares, fundamentalmente para reglamentar el código, los requisitos y el contenido de los productos.

- Definir a largo plazo una Metodología de Desarrollo de Software que incluya dentro de los procesos de la misma la reutilización en cada una de sus etapas.

Para solucionar los “Problemas Culturales”:

- Concientizar a los integrantes de los proyectos de la importancia que implica realizar un proceso de desarrollo de software estrechamente relacionado con la reutilización y las ventajas que esta ofrece.
- Promover que se documente toda la información obtenida de los proyectos fundamentalmente en el código, teniendo en cuenta normas internacionales.
- Certificar por el proyecto Calidad toda la información que se maneja en el proyecto desde su propio proceso de desarrollo logrando así la confiabilidad de los componentes que se obtienen.
- Socializar la información que se adquiere en los proyectos.
- Impulsar el empleo de espacios que permitan a los equipos de proyecto intercambiar criterios como son: foros de discusión, encuentro entre roles homólogos, talleres, y otros espacios más cerrados que se coordinan a nivel central como:
  - El Consejo Técnico de IP
  - Los Congresos de Producción
  - Los Consejos de Producción.
  - Las Comunidades de Desarrollo

Por último para los “Problemas Organizativos” se propone:

- ✦ Impulsar el concepto de las Líneas de Productos de Software (LPS) dentro de los Polos Productivos.
- ✦ Dentro del Grupo de Investigación, Arquitectura de Software, abrir una temática de investigación que coordine desde la misma todos los pasos que se deben dar con respecto a la organización de la reutilización

## Conclusiones

La Reutilización no es un tema desconocido dentro de la Producción de Software en la UCI.

Su aplicación carece de metodologías y uniformidad, se utiliza de forma empírica e individual en la mayoría de los Proyectos Productivos.

Entre los principales inconvenientes que presenta la aplicación de la reutilización en los proyectos se encuentran los “Problemas culturales” y las dificultades con la organización del proceso de producción de software orientado a la reutilización.

El elemento que más se reutiliza es el código de los productos aunque es la manera más incipiente en que se puede manifestar el tema fundamentalmente en la etapa de programación de un sistema.

Los repositorios son los recursos que más se observan en los proyectos que utilizan la Reutilización para gestionar la información, pero no son suficientes para garantizar todos los requerimientos que ésta necesita.

En las facultades los principales aspectos que se identificaron dentro de la Gestión de los Proyectos encontramos:

- ✦ La carencia de estándares de información que permitan la comprensión de la misma por diferentes desarrolladores.
- ✦ No se ha definido el conjunto de arquitecturas y herramientas que se utilizarán en las facultades para todos los proyectos de la misma.
- ✦ La disposición de recursos que permitan gestionar la información es otra de las deficiencias que se encuentran en las facultades, siendo los repositorios los más utilizados, pero no se han logrado concretar en todas las facultades por la falta de medios para montar el sistema.

Aunque la propuesta de los Polos Productivos es la más realista para organizar la producción en la UCI, aún no se ha logrado poner en práctica, pero se señala que constituye un lineamiento importante para organizar el tema de la reutilización en la Universidad.



En la presente investigación se identificaron que los principales paradigmas de reutilización por los que apuesta la Dirección de Producción en la actualidad son:

- Desarrollos de productos basados en SOA.
- Desarrollo de Software orientado a Procesos
- Desarrollo basado en Software Libre.
- Factorías de Software.

Las principales dificultades que enfrenta la reutilización en la Universidad se pueden distribuir en cuatro grupos fundamentales: Problemas Técnicos, Tecnológicos, Culturales y Organizativos. A partir de identificar estos problemas en la presente investigación se proponen las líneas estratégicas principales para estructurar el tema de la reutilización de software en la UCI.

## Recomendaciones

Dar continuidad a la presente investigación en futuros trabajos.

Promover el tema de reutilización en los Proyectos Productivos.

Poner en práctica la propuesta general que fue presentada en el Consejo Técnico de la Infraestructura Productiva como resultado de esta investigación que se expone detalladamente en el Capítulo 4. Tener en cuenta otros aspectos como:

- Creación de una Biblioteca de Componentes Reutilizables.
- Estandarización de las herramientas de trabajo a utilizar en la Producción.
- Incorporar la temática de Reutilización dentro del Grupo de investigación de Arquitectura de Software.
- Desarrollar una Metodología que relacione los paradigmas orientados a procesos con la reutilización.

Estudiar otras métricas de desarrollo de software que permitan estimar cuál es el esfuerzo que se invierte en la reutilización y la factibilidad de la misma.

## Bibliografía Citada

BARROS, J. L. *Estudio comparativo de técnicas para la clasificación/recuperación de componentes software reutilizables*. España, Universidad de Vigo, Departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos, 2005.

COMPANY, T. R. *Software development Life-Cycle using the REUSERS framework and the IRM Methodology*, 2007a. [Disponible en: <http://www.reusecompany.com/docs/swREUSER%20and%20IRM.pdf>

---. *swREUSER*, 2007b. [Disponible en: <http://www.reusecompany.com/producto.aspx?id=2>

CHAPELL, D. SOA es la respuesta para evolucionar las TI de forma rápida y sencilla. *Perspectivas Microsoft*, 2007, 21.

CHIDAMBER, S. R. and C. F. KEMERER A Metrics Suite for Object Oriented Design. *IEEE Transactions on Software Engineering*, 1994, 20.

GISPERT, E. Aporte de la Práctica de la cultura física, el Deporte y la Recreación, en la formación de valores éticos, morales y políticos en los estudiantes de la UCI y su vinculación a los Proyectos Productivos., 2005

GÓMEZ, F. *Visión y Misión de las nuevas arquitecturas orientadas a procesos y servicios.*, Software AG: The XML Company, 2007.

GROUP, T. P. *Capítulo 4. Coding Standards*, 2007. [Disponible en: <http://pear.php.net/manual/es/standards.php>

HARTOG, V. and D. DOOMEN. *Coding Standard: C#*, Philips Medical Systems - Software /SPI, 2005. [Disponible en: <http://www.tiobe.com/standards/gemrcsharpcs.pdf>

INFORMÁTICA, D. D. *Tema 10: Reutilización de Software. Ingeniería del Software de Gestión II*. Universidad de Jaén, 2004-2005.

KRUEGER, C. W. *Software Reuse.*, ACM Computing Surveys, 1992. 131-183 p. 0360-0300

MACHADO, A. G. *La Producción en la UCI: "Mi proyecto, EL PROYECTO FUTURO"*. Congreso de Producción, FEU. UCI, 2007.

MARING, B. Object-Oriented Development of Large Applications *IEEE Software*, 1996, 13: 33-40.

MCILROY, D. Conferencia de Ingeniería de Software de la OTAN, 1968. p.

- MÉROU, R. *Mapa conceptual del software libre* 2006. [Disponible en: <http://es.gnu.org/~reneme/map/map-es.png>]
- MEYER, B. Capítulo 1 Calidad del Software en: *Construcción de Software Orientado a Objetos*. Segunda Edición. Madrid, 1999a.p.
- . *Construcción de Software Orientado a Objetos*. Segunda Edición. Madrid, 1999b. p. 84-8322-040-7
- MONTILVA, J. A. *Tutorial: Desarrollo de Software Basado en Componentes*. XIII Asamblea General del ISTECS, Bolivia, Universidad de los Andes, 2003. p.
- PACIFICO, C. *Conceptos de Reusabilidad de Software*. III Jornadas Internacionales de Administración e Informática, Universidad Nacional de Entre Ríos, Facultad de Ciencias de la Administración, 2005. p.
- PEÑALVO, F. J. G. *Tema 2: Orientación a Objetos y Reutilización del Software*, Universidad de Salamanca, Departamento de Informática y Automática, 2001. p.
- REPORT, L. E. F., 2003. [Disponible en: <http://www.csc.com/features/2003/47.shtml>].
- REYNOSO, B. *Webcast #3: Arquitectura para distribución y agregación: Services Oriented Architecture (SOA)*. Architect Academy, 2007. p.
- RÍOS, Y. and M. MARANTE. *Modelo Funcional de la Factoría de Software de la UCI para la línea Carrefour*. Ciudad de la Habana, Universidad de las Ciencias Informáticas, 2005 p.
- ROSSUM, G. V. and B. WARSAW. *Style Guide for Python Code* 2007. [Disponible en: <http://www.python.org/dev/peps/pep-0008/>]
- RUMBAUGH, J. *Object oriented modeling and design*. Prentice Hall, 1991. p. 0-13-629841-9
- SICILIA, M. A. and E. GARCIA On the Concepts of Usability and Reusability of Learning Objects *International Review of Research in Open and Distance Learning*, Octubre 2003, 4.
- SODHI, J. and P. SODHI. *Software reuse: Domain analysis and design processes*. New York, McGraw-Hill, 1999. p. 0070579237
- SOMMERVILLE, I. *Software Engineering*. Octava Edición. Pearson Education, 2006. p.
- STALLMAN, R. *GNU Coding Standards*, Free Software Foundation, Inc., 2007. [Disponible en: <http://www.gnu.org/prep/standards/standards.pdf>]
- SUN MICROSYSTEMS, I. *Java Code Conventions*, 1997.

WILEY, D. A. *The Instructional Use of Learning Objects*. Bloomington, Association for Educational Communications and Technology, 2001. p.

## **Bibliografía Consultada**

- AGUILLÓN, M. C. E. *Métricas para la Gestión de Proyectos de Software*. INSTITUTO TECNOLÓGICO DE MORELIA.
- ANDÚJAR, J. *Revisión e Instanciación de un Framework basado en Reutilización para Herramientas de Desarrollo*. E.T.S. de Ingeniería Informática, Universidad de Valladolid. p.
- BARROS, J. L. *Técnicas para la clasificación/recuperación de componentes software reutilizables y su impacto en la Calidad*, 2005.
- BARRY & ASSOCIATES, I. *Web Services and Service-Oriented Architectures*. , Editor's Award, 2007. [Disponible en: <http://www.service-architecture.com/index.html>]
- BENAVIDES, D. *Técnicas avanzadas para el razonamiento automático sobre modelos de características*, 2005.
- BOOCH, G. *Object-Oriented Analysis and Design*. Segunda. Santa Clara, California, ADDISON-WESLEY, 1998. p. *With applications*. 0-8053-5340-2
- COMPANY, T. R. *Presente y Futuro de la Reutilización de Software*., 2006.
- CUADRADO, J. *Adaptación de las Métricas de Reusabilidad de la Ingeniería del Software a los Learning Objects*, 2005.
- DÍAZ, R. P. *Tesis doctoral: Reutilización de requisitos funcionales de sistemas distribuidos utilizando técnicas de descripción formal*. Dpto. de Enseñaría Telemática, UNIVERSIDAD DE VIGO, 2002. p.
- ESPAÑA, C. S. *La Reutilización de código igual a la productividad del programador*, 2005. [Disponible en: <http://www.clarion-spain.com/Reusabilidad.aspx>]
- FERNÁNDEZ, J. L. *Reusabilidad y Desarrollo Orientado a Objetos Latigoo*.
- FUENTES, L.; J. M. TROYA, *et al. Lección 1: Desarrollo de Software Basado en Componentes*, Universidad de Málaga., p.
- GARCÍA, F. J. *Tema 2: Orientación a Objetos y Reutilización del Software*, Universidad de Salamanca, Departamento de Informática y Automática, 2001. p.
- GÓMEZ, F. *Arquitectura Orientada a Servicios en Profundidad: Situación Actual de SOA y Tendencias*, Software AG, 2006.
- GÓMEZ, O.; A. MOLINA, *et al. Experiencia y retos en la adopción de freameworks para el desarrollo*

- acelerado de aplicaciones*. . Tertulia de Ingeniería de Software, Universidad EAFIT, 2005. p.
- GONZÁLEZ, P. *Tema 6 Reutilización de Software*, 2006. [Disponible en: [http://wwwdi.ujaen.es/asignaturas/isii/isii0506/documentos/ISII\\_0506\\_06\\_1p.pdf](http://wwwdi.ujaen.es/asignaturas/isii/isii0506/documentos/ISII_0506_06_1p.pdf)]
- IBERMÁTICA. *BPM - Business Process Management*, 2007. [Disponible en: <http://www.ibermatica.com/ibermatica/bpm>]
- . *SOA - Web Services*, 2007. [Disponible en: <http://www.ibermatica.com/ibermatica/integracionssii/soa>]
- INFORMATIZACIÓN, D. D. *Arquitectura para los Sistemas que Conforman la Intranet Universitaria*, UCI, 2007.
- IRASTORZA, A.; A. JAIME, *et al. Contenido en la Web: un modelo de reutilización*. Grupo EKIN, 1999.
- LLORÉNS, J.; A. D. MIGUEL, *et al. Definición de una metodología orientada a la reutilización de software: ROM Latigoo*, 2005.
- MACHADO, A. G. *La Producción en la UCI: "Mi proyecto, EL PROYECTO FUTURO"*. Congreso de Producción, FEU. UCI, 2007.
- MANSO, M. E.; F. J. GARCÍA, *et al. Métricas en la reutilización orientada al objeto*, 1999.
- MONTILVA, J. A. *Desarrollo de Software Basado en Líneas de Productos de Software*. Universidad de Los Andes, Mérida – Venezuela, IEEE Computer Society, 2006.
- MUÑOZ, J. and V. PELECHANO. *MDA vs. Factorías de Software*. Dept. de Sistemas Informáticos y Computadores, Universidad Politécnica de Valencia.
- NARZT, W.; J. PICHLER, *et al. A Reusability Concept for Process Automation Software: University of Linz*.
- NEUMANN, C. and C. BREIDERT El reto de utilizar software de código abierto como estrategia de reutilización *Novática: Revista de la Asociación de Técnicos de Informática*, 2005, 177.
- PÉREZ, F. J. and Y. CRESPO. *Framework para la integración de herramientas de desarrollo basado en reutilización*. Departamento de Informática, Universidad de Valladolid.
- PRESSMAN, R. S. *Ingeniería del Software: un enfoque práctico. Parte I y II* quinta edición. La Habana, Editorial Félix Varela, 2005. p.
- PRODUCCIÓN, V. D. *Estrategia en la organización de los Polos Productivos*. UCI, Facultad 3, 2007.

- PRODUCTIVA, C. T. D. L. I. *Propuesta de modelo de procesos para la producción de software en la UCI*. UCI, 2006. 67.
- PRODUCTIVA, D. T. I. *Resumen sobre Arquitecturas, Plataformas, Lenguajes de Programación y otras tecnologías empleadas en la Producción e impartidas en la Docencia.*, UCI, 2007.
- RÍOS, Y. and M. MARANTE. *Modelo Funcional de la Factoría de Software de la UCI para la línea Carrefour*. Ciudad de la Habana, Universidad de las Ciencias Informáticas, 2005 p.
- RUÍZ, J. M. *Enlazando Python con la realidad*. . *WWW.LINUX-MAGAZINE.ES*, 2007. 9.
- SAMETINGER, J. *Software Engineering with Reusable Components*. Springer Verlag, 1997. p. 3-540-62695-6
- SILLITTI, A. and G. SUCCI *Agilidad y desarrollo de Software Libre*. *Novática: Revista de la Asociación de Técnicos de Informática*, 2005, 175.
- SMITH, H. and P. FINGAR. *Business Process Management (BPM): The Third*. USA: Meghan-Kiffer Press., 2003.
- SOMMERVILLE, I. Chapter 18 Software Reuse. en: *Software Engineering*. 7. 2004.p.
- SOTO, A. R. D. and E. CUERVO. *Nuevas Tendencias en Sistemas de Información: Procesos y Servicios*.: *Pecunia*, 2006. 2.
- SURÓS, A. and R. PERNIA. *Repositorio de Objetos de Aprendizaje para la reutilización de contenidos en plataformas de teleformación.*, Universidad de las Ciencias Informáticas, 2006. p.
- TUYA, J. *Calidad - Estándares y otros temas*. Universidad de Oviedo, Departamento de Informática, 2004.



**Anexos****Anexo 1: Muestra de Proyectos Productivos seleccionada.**

<b>Facultad</b>	<b>Nombre del Proyecto</b>	<b>¿Emplean la reutilización?</b>
1	Akademos	Si
1	Identidad	Si
1	ECC – IPOSTEL	Si
1	SICI	Si
1	Kainos	No
3	Sistema de Gestión de Inventario	Si
3	ONE	Si
4	MINFAR	Si
4	Prisiones	Si
4	ERP Cubano	Si
4	TeleBanca	No
5	Herramientas de Desarrollo de Sistemas de Realidad Virtual	Si
5	Juegos Virtuales	Si
5	PDVSA - SCADA	Si
6	Simulación de Sistemas Biológicos BioSys	Si
6	Mapeo Cerebral Humano Cubano	Si
6	Estructura 3D de Proteínas	Si
6	Graf TOol	No
7	GPI	Si
8	Multimedia Historia Universal	Si
9	A Jugar	No
9	Programa de Informatización del Conocimiento Geológicos	No
10	MOODLE I+D	Si
10	Sistema Integrado para Bibliotecas	Si
10	Portales	Si

**Anexo 2: Encuesta aplicada a los proyectos de la UCI.**



**Encuesta**

***La siguiente encuesta nos servirá de base para analizar el estado de la reutilización de software en algunos de los principales proyectos productivos de la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI); tema del trabajo de diploma “La reutilización como parte de la calidad de software. Su aplicación en la UCI”, que se desarrolla por las estudiantes Zamira Segoviano y Yusmila Vidiaux de la facultad 5, por esta razón su contribución servirá de inestimable ayuda para el desarrollo de esta investigación.***

Fecha: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Proyecto: \_\_\_\_\_ Facultad: \_\_\_\_\_

Nombre del encuestado: \_\_\_\_\_

Rol que desempeña dentro del proyecto: \_\_\_\_\_

De su proyecto complete los siguientes datos:

Plataforma de desarrollo:

Herramientas de Programación:

Lenguaje de Programación:

Bases de Datos:

Metodología de desarrollo:

Arquitectura utilizada:

¿Tienen definidos estándares de código para el trabajo en el proyecto?

¿Emplean de alguna manera la reutilización?

Si \_\_\_\_\_

No \_\_\_\_\_

En caso afirmativo responda las siguientes preguntas:

¿Por qué?

¿Cómo lo hacen?

¿Qué sería factible para facilitar la reutilización en su proyecto o en general?

¿Tienen definido algún repositorio o biblioteca de componentes propio?

Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

En caso afirmativo: ¿Qué ventajas les ha traído?

¿Emplean algún componente de otros proyectos?

Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

Desventajas que tiene para ustedes la reutilización de software:

¿Creen que es más factible crear herramientas aplicando este factor de calidad?:

Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

¿Por qué?

¿Tienen algún mecanismo interno que propicie el intercambio de conocimientos?

Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

Cuales:

\_\_\_\_ Foros de comunicación

\_\_\_\_ Participación en comunidades de desarrollo

\_\_\_\_ Encuentros de roles homólogos entre proyectos

\_\_\_\_ Otros. ¿Cuáles?

En caso de no emplear la reutilización, responda:

¿Qué medidas aplican para desarrollar el proyecto en un menor tiempo y con la calidad requerida?

**Anexo 3: Encuesta aplicada a las universidades y a algunas empresas de INCUSOFT.**



**Encuesta**

***La siguiente encuesta servirá de base para analizar el empleo de la reutilización en algunas empresas de la Industria Cubana del Software (INCUSOFT); tema de nuestro trabajo de diploma, por esta razón su contribución con las misma nos servirá de inestimable ayuda para la elaboración de esta investigación.***

Institución: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Siglas: \_\_\_\_\_

¿Cuántos años de experiencia tiene su empresa en la producción de software?:

¿Esfera social o campo del conocimiento al que están destinados los software que producen?

La producción de software está destinada a:

Mercado nacional: \_\_\_\_ Exportación: \_\_\_\_

¿Cuáles herramientas emplean para el desarrollo de sus aplicaciones?

¿Su empresa emplea la reutilización en la producción de software?

Si: \_\_\_\_ No: \_\_\_\_

¿Por qué?

Desde cuando aplican la reutilización en su empresa

De los software producidos en los últimos 5 años, en cuántos se aplicó la reutilización:

Ejemplos de software creados en los que emplearon la reutilización

¿Qué tipo de reutilización ha empleado su empresa?

- |  |                                       |
|--|---------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> De código       | <input type="checkbox"/> De programas |
| <input type="checkbox"/> De componentes  | <input type="checkbox"/> De módulos   |
| <input type="checkbox"/> De datos        | <input type="checkbox"/> De diseño    |
| <input type="checkbox"/> De arquitectura | <input type="checkbox"/> Otros        |

¿Cuáles?

Ha presentado dificultades a la hora de emplear la reutilización.

Si:  No:

¿Cuáles?

¿Creen que es más factible crear herramientas aplicando este factor de calidad?:

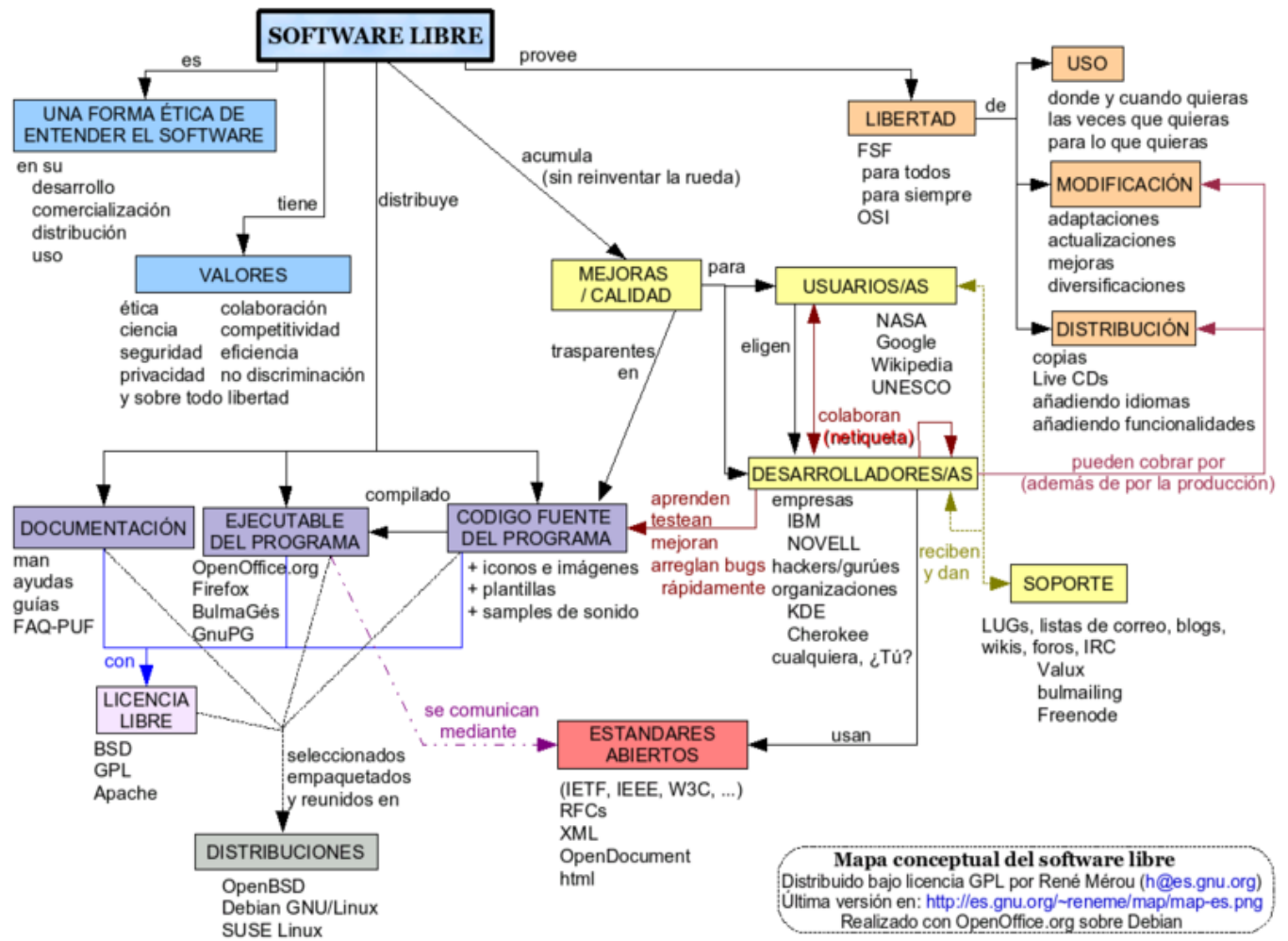
Si:  No:

¿Por qué?

¿Tienen vínculo con alguna otra empresa que emplee la reutilización para la creación de sus aplicaciones?:

Muchas gracias.

**Anexo 4: Mapa Conceptual de Software Libre (MÉROU 2006)**



## **Glosario de Términos**

*Arquitectura de software:* es un conjunto de patrones y abstracciones coherentes para guiar la construcción del software. Establece los fundamentos para que los desarrolladores de proyecto, trabajen en una línea común que permita alcanzar los objetivos y necesidades del sistema a construir.

*Aplicación informática:* programas con los cuales el usuario interactúa a través de una interfaz.

*Bases de datos:* lugar donde se almacena la información que posteriormente se necesite emplear o modificar. Permite realizar actualizar, adicionar o consultar datos.

*Calidad del software:* conjunto de propiedades y características de un producto o servicio, que le confieren la aptitud para satisfacer las necesidades explícitas o implícitas. Compuesta por factores externos e internos que garantizan el eficacia de un producto.

*Código fuente:* programa en su forma original, no es ejecutable directamente por la computadora, debe convertirse en lenguaje de maquina mediante compiladores, ensambladores o intérpretes.

*Gestión del conocimiento:* es un concepto utilizado en las empresas, que pretenden transferir el conocimiento y experiencia existente en las personas, de modo que pueda ser utilizado como un recurso disponible para otros en la organización. Evita la duplicación del trabajo.

*Herramientas de programación:* son aquellas que permiten la construcción de software o aplicaciones a través de la transformación del código fuente en el producto que se desea obtener.

*Lenguajes de programación:* son herramientas que nos permiten crear programas y software.

*Metodologías de desarrollo:* Conjunto de métodos empleados para el desarrollo de sistemas automatizados. Políticas y procedimientos que garantiza la calidad del software.

*Plataforma de desarrollo:* es el entorno común en el cual se desenvuelve la programación de un grupo definido de aplicaciones. Se encuentra relacionada directamente a un sistema operativo, sin embargo,

también es posible encontrarlas ligadas a una familia de lenguajes de programación o a una Interfaz de programación de aplicaciones.

*Proceso:* es un conjunto de actividades o eventos que se realizan o suceden con un determinado fin

*Producción de software:* Proceso de construcción de sistemas de software donde los desarrolladores desempeñan un importante papel.

*Producto:* Resultado obtenido de un proyecto productivo.

*Sistema de software:* conjunto de funciones o componentes interrelacionados que forman un todo, es decir, obtiene, procesa, almacena y distribuye información

*Sistema operativo:* conjunto de programas que gestiona la comunicación entre el usuario y la computadora

*Tiempo de desarrollo:* periodo de duración que se emplea para la construcción de un producto.