

# Un Prototipo para Evaluación de Organizaciones de Desarrollo de Software.

**Lic. M. Boracchia<sup>1</sup> , Lic. L. Rodriguez<sup>2</sup> , Lic. P. Pesado<sup>3</sup> , Ing. A.De Giusti<sup>4</sup>**

**Laboratorio de Investigación y Desarrollo en Informática<sup>5</sup>  
Departamento de Informática - Facultad de Ciencias Exactas  
Universidad Nacional de La Plata**

## Resumen

Se presenta un prototipo para la evaluación de organizaciones de desarrollo de software adaptando el modelo de calidad desarrollado por Humphrey a empresas de menor porte.

El modelo de Humphrey permite evaluar el grado de madurez de un grupo de desarrollo proponiendo una clasificación en cinco niveles posibles (caótico, repetible, definido, manejado, optimizado) y su utilización permite a las empresas ser categorizadas a fin de alcanzar certificaciones de calidad.

El objetivo de este trabajo consiste en una propuesta de adecuación del modelo para ser aplicado en áreas claves de empresas medianas y pequeñas.

Sobre la base de un cuestionario enmarcado en las áreas de Recursos Humanos, Gerenciamiento de Proyectos, Administración de Tecnología y Control de Calidad, el prototipo presenta reportes que de acuerdo a las respuestas realizadas por el usuario ubican a la organización en un estado de madurez por áreas, que sirve de calificación primaria de calidad.

A partir de esta calificación se pueden plantear políticas de mejoramiento del nivel según las necesidades detectadas.

<sup>1</sup>JTP Ded. SExcl. LIDI. Dpto. de Informática, Facultad de Ciencias Exactas, UNLP.  
E-mail [marcosb@ada.info.unlp.edu.ar](mailto:marcosb@ada.info.unlp.edu.ar)

<sup>2</sup>JTP Ded. SExcl. LIDI. Dpto. de Informática, Facultad de Ciencias Exactas, UNLP.  
E-mail [leandror@ada.info.unlp.edu.ar](mailto:leandror@ada.info.unlp.edu.ar)

<sup>3</sup>Prof. Titular con Ded. Excl. LIDI. Dpto. de Informática, Facultad de Ciencias Exactas, UNLP.  
E-mail [ppesado@ada.info.unlp.edu.ar](mailto:ppesado@ada.info.unlp.edu.ar)

<sup>4</sup>Inv. Principal CONICET. Profesor Tit. Ded. Excl., Dpto. de Informática, Facultad de Cs. Exactas, UNLP.  
E-mail [degiusti@ada.info.unlp.edu.ar](mailto:degiusti@ada.info.unlp.edu.ar)

<sup>5</sup>Calle 50 y 115 Primer Piso, (1900) La Plata, Argentina, Teléfono 54-21-227707  
E-mail [lidi@ada.info.unlp.edu.ar](mailto:lidi@ada.info.unlp.edu.ar)

## Introducción

En la actualidad se enfoca a la calidad como un medio de incrementar la propia competitividad y se adjudican certificaciones a las empresas que alcanzan los estándares del sistema de calidad internacional.

Los sistemas de calidad deben permitir mantener el control, crear estabilidad y posibilidad de previsión y hacer los cambios bajo condiciones controladas. En síntesis, el objetivo de los sistemas de calidad es *hacer mejor lo que ya se hace*. [HOY95]

Existen distintos sistemas de calidad para conseguir, mantener y mejorar la calidad. Los estándares ISO 9000 (ISO 9001 para el software) [HOY] tienen su origen en la comunidad europea; y por el lado americano, se está utilizando el modelo de calidad de Humphrey CMM diseñado para el Departamento de Defensa de EEUU [HUM89].

El primer paso para desarrollar un sistema de calidad es documentar lo que uno hace actualmente. A partir de allí, se deben tomar medidas que permitan lograr resultados consistentes y así mejorar el funcionamiento de forma gradual.

La palabra calidad puede asociarse con distintas definiciones [PRE93]:

- "Capacidad de un producto o servicio para servir satisfactoriamente a los propósitos del usuario mediante su utilización"
- "Conformidad con los requisitos explícitos e implícitos de un cliente"
- "Ausencia de defectos o imperfecciones"

La calidad está compuesta por tres parámetros:

- Calidad de diseño: grado con el que el diseño refleja un producto o servicio que satisface las necesidades del cliente.
- Calidad de conformidad: grado con el que el producto o servicio cumple con el estándar de diseño.
- Calidad de uso: grado con que la organización es capaz de asegurar la continuidad de uso del producto o del servicio.

Además existen tres dimensiones de calidad:

- Calidad de negocio: grado con que el negocio sirve a las necesidades de la sociedad.
- Calidad de producto: grado con que los productos y servicios proporcionados cumplen las necesidades de los clientes específicos.
- Calidad de organización: grado con que la organización maximiza su eficiencia y efectividad.

Muchas organizaciones sólo se concentran en la dimensión de calidad del producto y ya que las tres están interrelacionadas y son interdependientes, el deterioro de alguna de ellas da lugar al deterioro de las otras.

La gestión de calidad se basa en métodos para *controlar, mejorar y asegurar la calidad* [ART93].

## Control de calidad

Es el conjunto de actividades y técnicas operacionales que se usan para cumplir los requerimientos de calidad. Es un proceso para mantener estándares.

En muchos casos, se considera que esta actividad se realiza a posteriori del proceso para ver si se han obtenido productos de calidad, pero es deseable que los controles se realicen antes, durante y después de realizar los procesos.

## Mejoramiento de calidad

Hay dos maneras básicas de conseguir mejoras en la calidad, mejorar los controles y elevar los estándares.

Los controles se mejoran con un cambio de estándares. Los estándares se cambian a través de un proceso de selección, análisis, acciones correctoras en el estándar o proceso, educación y formación. Los estándares que surgen de este proceso son mejoras de los utilizados previamente.

La elevación de estándares requiere la especificación de nuevas pautas o reglas. La creación de estos nuevos estándares requiere un proceso de estudio de viabilidad, investigación y desarrollo.

## Aseguramiento de calidad

Son las acciones sistemáticas y planificadas necesarias para proporcionar una confianza adecuada de que un producto o servicio satisfará los requerimientos dados de calidad.

Las actividades de aseguramiento de la calidad no controlan la calidad, sino que establecen el grado con el que la calidad debe controlarse. Son actividades a posteriori, externas al proceso de producción y sirven para conseguir confianza en los resultados.

Cuando una empresa ha documentado su sistema de gestión de la calidad y quiere verificación y reconocimiento de que el sistema alcanza los requerimientos de las normas, debería contratar los servicios de una agencia de certificación. El rol de la agencia de certificación es evaluar el sistema de gestión de calidad que opera en las áreas de las capacidades designadas para el cumplimiento del estándar seleccionado [JEN95].

## **Objetivo**

En este trabajo se han analizado distintos modelos de calidad existentes y las evaluaciones que cada uno de ellos implementa para certificar a las organizaciones de desarrollo de software. En particular se describen los estándares ISO 9000 y el modelo del CMM.

El resultado expuesto es una adecuación del modelo desarrollado por Humphrey para empresas medianas-chicas y el desarrollo de un prototipo inicial de una herramienta que sustenta el método de evaluación de este modelo para certificar organizaciones.

## Norma ISO 9000

ISO 9000 es una serie de estándares internacionales para sistemas de calidad.

No es un estándar de producto. No contiene ningún requerimiento que el producto o servicio tenga que cumplir. No existe ningún criterio de aceptación de producto.

Los requerimientos y recomendaciones se aplican a las organizaciones que suministran el producto o servicio y por consiguiente afectan a la forma en que los productos y servicios se diseñan, fabrican, instalan, etc.

Son estándares que se aplican a la gestión de la organización y sólo la dirección puede y debe decidir cómo responder a estos requerimientos y recomendaciones.

ISO 9000-1 es una buena guía para seleccionar que documentación de las variadas que existen en la familia de normas ISO se seleccionarán para la organización. Como primera aproximación se puede elegir cumplir los requerimientos mínimos de ISO 9000, cumplir con el espíritu de ISO 9000 o adoptar un programa de Calidad Total cuyo objetivo final es la mejora permanente de la organización y sus productos.

### Descripción del modelo de Humphrey.

El modelo del proceso de madurez está basado sobre principios de calidad que han sido ampliamente probados tanto en ingeniería como en manufactura, y actualmente se demuestra que es igualmente efectivo al aplicarlo en el software.

El propósito del modelo de madurez es ayudar a las organizaciones y a los equipos de evaluación a determinar sus capacidades actuales y a identificar sus problemas más críticos.

En la figura 1 se muestra la estructura del modelo del proceso de madurez, basado sobre el desarrollado en el Software Engineering Institute.

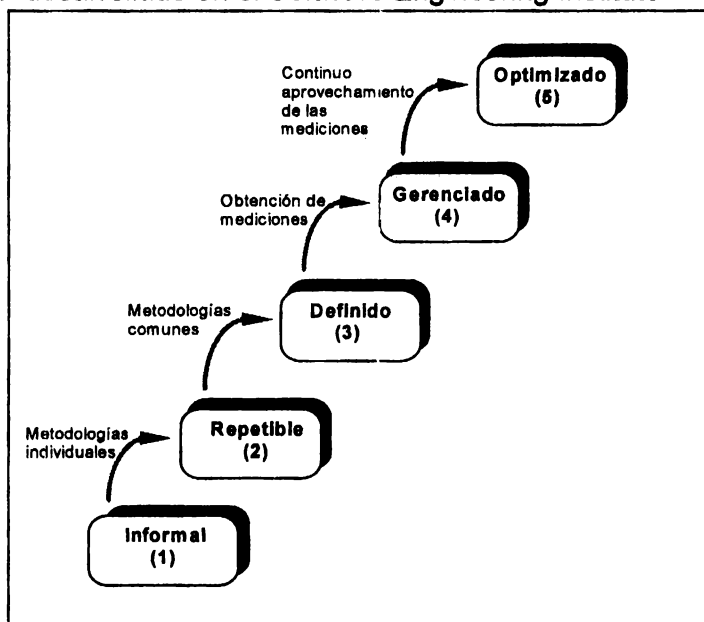


Figura 1. Los cinco niveles de madurez en el Proceso del Software.

Estos cinco niveles de madurez:

- ◆ Representan en forma razonable el historial de las fases de evolución seguidas en los procesos de mejora aplicados efectivamente por las organizaciones de software.
- ◆ Representan una medida de la mejora que es razonable alcanzar desde el nivel anterior.
- ◆ Sugieren metas de mejoras intermedias y medidas de progreso.
- ◆ Vuelven obvio a un conjunto de prioridades de mejoras inmediatas una vez que se conoce la situación de la organización dentro de la estructura del modelo.

La estructura del modelo del proceso de madurez se apoya en algunos principios fundamentales; modela las etapas que una organización debe atravesar para establecer una cultura de ingeniería de excelencia; cada etapa del modelo tiende las bases sobre las cuales se construyen las prácticas efectivas para pasar al nivel siguiente.

Como resultado del tránsito desde el nivel inferior hacia el superior se logra un aumento de la calidad y la productividad, acompañado con la disminución de los riesgos propios del proceso.

Las características principales de cada nivel y los desafíos claves en ellos se expresan en la siguiente tabla:

<b>Nivel</b>	<b>Características</b>	<b>Desafíos clave</b>
5 Optimizado	Fuerte utilización de las mediciones para identificar elementos débiles del proceso, justificar cambios de tecnología, prevención de defectos, y para realimentar el proceso de mejoras.	Mantenimiento del nivel óptimo.
4 Gerenciado	Proceso medido. Base de datos del proceso, para análisis.	Cambios de tecnología. Prevención de problemas.
3 Definido	Proceso con metodologías comunes. Las mejoras son administradas por un Grupo de proceso.	Procesos de análisis y de mediciones. Planes de Calidad.
2 Repetible	Proceso centrado en el individuo. El proceso depende de los individuos. Dominio del proceso solo en proyectos similares. Ausencia de una estructura ordenada para el mejoramiento.	Capacitación. Actividades técnicas: revisiones y testing. Focalización en el proceso: estándares y grupos de proceso.
1 Informal	Proceso caótico. No existen formalismos en los procedimientos, ni en la estimación de costos, ni en la planificación. La Gerencia no comprende los aspectos claves.	Gerenciamiento de proyectos. Planificación de proyectos. Aseguramiento de calidad del software. Administración de configuraciones.

Debe tenerse presente que, aunque existen diversas variaciones al realizar la transición desde un nivel de madurez al siguiente, el objetivo general es lograr un proceso medido y controlado como base de partida para un proceso de mejoras continuo.

La estructura aquí presentada describe una trayectoria que evoluciona desde un proceso inicial y caótico hacia un proceso disciplinado y maduro. Sin esta estructura, los programas de mejoras pueden resultar ineficaces debido a la falta de una base firme para sustentar en forma continuada las sucesivas mejoras por aplicar.

La madurez del proceso del software expresa el grado en que un proceso específico está explícitamente definido, administrado, medido, controlado, y vigente. La madurez implica un potencial para el crecimiento en capacidad, e indica tanto la riqueza del proceso del software de una organización, como la consistencia con que se aplica en los diversos proyectos de la organización.

La estructura del modelo de Humphrey se completa con un método de evaluación. Una evaluación es una revisión del proceso de software de una organización hecha por un conjunto entrenado de profesionales de software.

El método de evaluación consiste de un conjunto de preguntas que los encuestados deben responder. Cada pregunta acepta tres respuestas posibles (sí, no, no sabe/no se aplica).

Además de las respuestas mencionadas, cada pregunta acepta una respuesta abierta que permite que el encuestado exprese cuestiones que no son reflejadas con las respuestas normales. Este tipo de respuestas abiertas, que actúan en forma complementaria, permiten realizar análisis más profundos y hallar problemas no detectables fácilmente.

Las evaluaciones son realizadas en el término de una semana aproximadamente. Para ello se seleccionan un conjunto de cinco o seis proyectos como muestras representativas del proceso de software de la organización. Además, se seleccionan alrededor de seis profesionales provenientes de las distintas áreas funcionales, teniendo en cuenta que las personas elegidas posean gran experiencia técnica, que sean formadores o líderes de opinión, que posean gran reconocimiento entre sus pares y que estén asignados en alguno de los principales proyectos de la organización.

## **Problemas del modelo de Humphrey**

Este modelo ha sido criticado en varios trabajos ([BOL91], [HUM91]) por diferentes deficiencias:

- Tardía incorporación del Grupo de Procesos: el modelo de Humphrey incorpora el Grupo de Procesos en el nivel 3 (definido) pero resultaría provechoso la existencia, aunque sea informal, de este grupo en el nivel anterior ya que facilitaría la implementación de los cambios necesarios para pasar de un nivel a otro.

- Mala evaluación de la incorporación de tecnología en los procesos: el modelo de Humphrey plantea la administración de tecnología como uno de los puntos importantes para pasar del nivel 4 (gerenciado) al nivel 5 (optimizado). Pero existen grupos de software que se encuentran en algún nivel inferior y controlan de alguna manera los cambios tecnológicos, es más, pueden estar trabajando con tecnologías superiores a grupos que se encuentran en niveles superiores.

- El sistema de calificación es algo rígido en el sentido de que como resultado de una evaluación una organización está en un determinado nivel, siendo que existen distintos matices dentro de un mismo nivel. Desde el punto de vista del grupo de desarrollo que está siendo evaluado, resultaría más interesante obtener información detallada discriminada por área para facilitar la implementación de las mejoras necesarias.

- Existen algunos aspectos evaluados en forma escasa que deberían revisarse con mayor intensidad ya que pueden resultar claves a la hora de tener éxito en un proyecto concreto. La administración de los recursos humanos, el manejo de la calidad, el control de la tecnología y el gerenciamiento de proyectos resultan ser aspectos considerablemente fundamentales.

- El algoritmo que determina la calificación de una organización carece de una base estadística fuerte como para demostrar la exactitud de dicha calificación.

- Los reportes finales resultados de una evaluación dan lineamientos generales de cuales son las fallas en el proceso de desarrollo de software pero no definen como llevar a cabo las mejoras: resultaría conveniente para el grupo de desarrollo aprovechar la evaluación para comenzar a definir las distintas estrategias de mejora del proceso.

## **Adaptación del modelo de Humphrey.**

El modelo de Humphrey permite evaluar a lo largo del proceso de desarrollo de software distintas áreas de acuerdo al nivel de madurez analizado.

Teniendo en cuenta algunas de las dificultades planteadas sobre el modelo, se propone definir un conjunto permanente de áreas importantes para la empresa de desarrollo de software que se evalúan en todos los niveles.

Esta adecuación del concepto de área sumado al agregado de nuevas áreas a considerar, como son la administración de los recursos humanos, el manejo de la calidad, el control de la tecnología y el gerenciamiento de proyectos permite una evaluación más ajustada para empresas medianas y pequeñas.

## **Aplicación de la solución: una herramienta de evaluación.**

Para analizar el desarrollo de herramientas automatizadas que sustenten el método de evaluación, se construyó un prototipo experimental que permite por una parte generar un cuestionario y definir el nivel de madurez esperado de acuerdo a la respuesta y por la otra recolectar las respuestas de los encuestados y procesarlas generando reportes y obteniendo una aproximación del nivel de madurez por área.

La batería de preguntas con las que se ha trabajado se han elaborado en relación al modelo adaptado de Humphrey que se ha expuesto.

A modo de ejemplo se presenta en el Anexo la descomposición del cuestionario planteado para el área de Recursos Humanos.

El prototipo permite generar reportes diferentes para analizar el estado de la organización en las diferentes áreas.

Para ello, calcula y presenta un reporte de porcentajes de preguntas contestadas afirmativamente por cada área analizada. y además produce otro reporte con los porcentuales de respuestas afirmativas tanto por área como por nivel.

Teniendo en cuenta que para realizar la evaluación se selecciona un conjunto de proyectos representativos de la organización, existen reportes que permiten realizar los análisis anteriores pero discriminado por proyecto evaluado.

Las figuras 2 y 3 muestran la forma de ingreso de datos en el prototipo.

- La figura 2 corresponde al ingreso de los datos generales de la encuesta, como son datos del encuestado, datos del proyecto y datos de la evaluación que se está llevando a cabo.
- La figura 3 ejemplifica con una de las preguntas de la encuesta y su respuesta la modalidad de la interacción.

Vale notar que además de poder responder a la pregunta en forma afirmativa o negativa, también es posible dar una respuesta del tipo no sabe/no aplica e incluso justificar o ampliar la respuesta por medio del comentario.

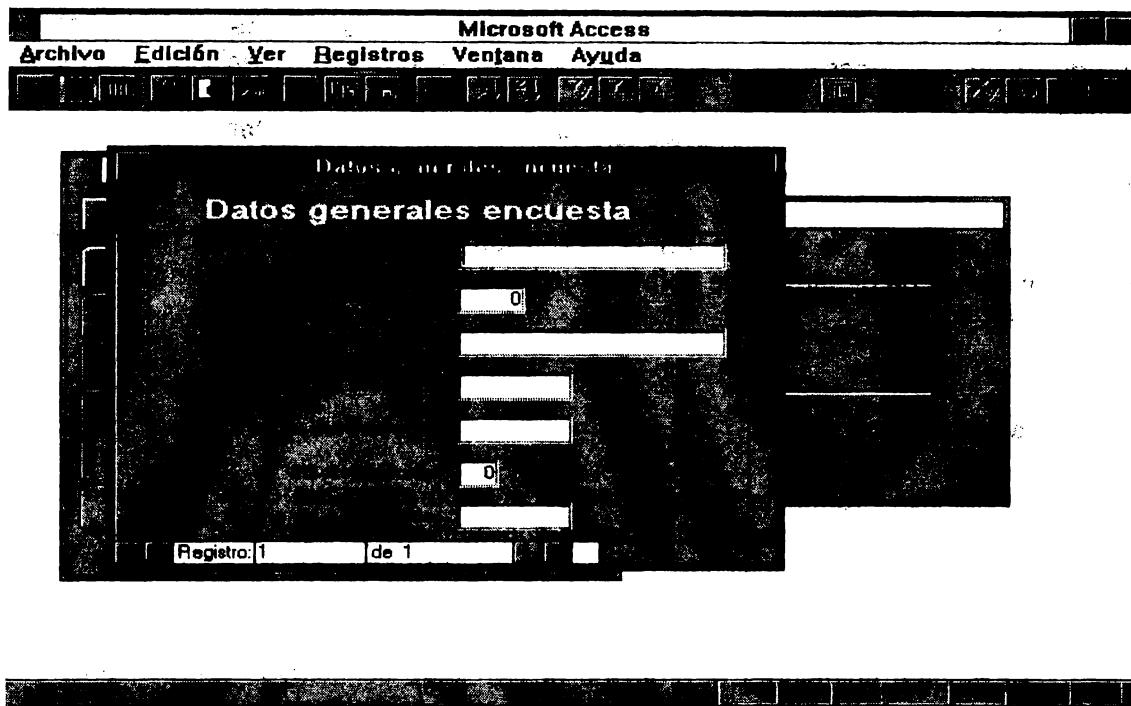


Figura 2

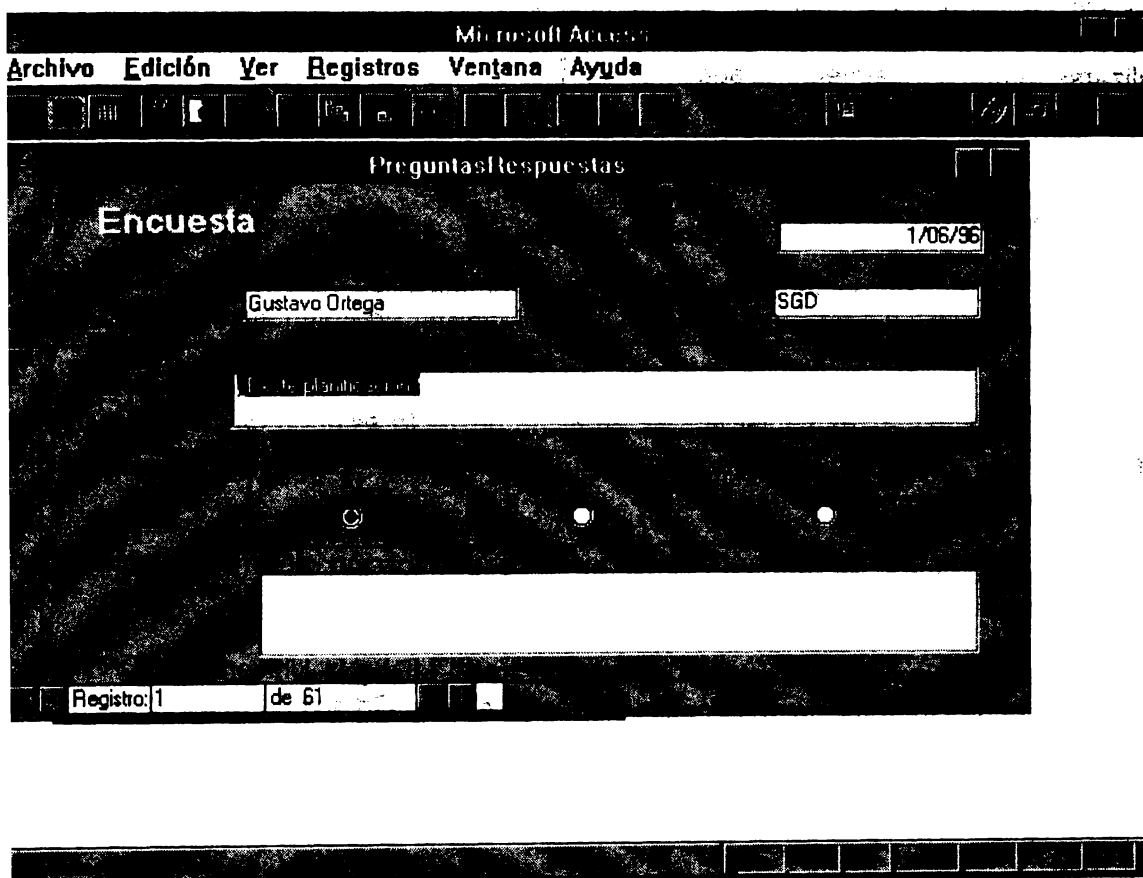


Figura 3

Obviamente, para corroborar la utilidad de las áreas definidas y del cuestionario elaborado resulta necesario realizar evaluaciones sobre organizaciones medianas y pequeñas.

El resultado de estas evaluaciones permite retroalimentar la prototipación y perfeccionar la selección del conjunto más adecuado de preguntas.

Actualmente se trabaja en la aplicación experimental de la herramienta en pequeñas unidades de desarrollo de software de la UNLP y de los Centros de Cómputo de la Pcia. de Bs. As.-

## **Resultados obtenidos**

El objetivo propuesto inicialmente en el Laboratorio fue el de incursionar en un área que consideramos importante relacionada con métricas y calidad de software. En este marco nuestro trabajo ha significado un importante esfuerzo de estudio en el área de Calidad.

El modelo obtenido y el prototipo desarrollado constituyen una herramienta de evaluación útil para la recolección de datos de una organización, permitiendo realizar experiencias y comparaciones.

Nuestro interés está en obtener evaluaciones de empresas de desarrollo de software; adecuando tecnología que está más probada en empresas de producción industrial. A mediano plazo la certificación de calidad de empresas de software podría realizarse total o parcialmente desde la Universidad.

## **Líneas de trabajo**

El contexto del tema es el Proyecto Automatización de Oficinas que se desarrolla en el LIDI y que se relaciona directamente con el Magister en Automatización de Oficinas de la UNLP.

Un tema de particular interés en dicho proyecto es el de calidad de sistemas de software y en particular el gerenciamiento de proyectos según normas de calidad y certificaciones de empresas.

Una línea de trabajo actual es la especificación de metodologías para el desarrollo de sistemas según normas ISO 9000.

En estos temas existe un acuerdo entre el LIDI y la Universidad ORT Uruguay que posibilita una interacción de especial interés ya que en Ort se ha trabajado desde hace 5 años en un proyecto de Software Factory en el marco del Master en Ingeniería de Software.

## **Conclusiones**

El modelo de Humphrey es un modelo creado para aplicar específicamente a empresas desarrolladoras de software, por lo cual se orienta a los aspectos particulares del proceso de desarrollo de sistemas.

Pese a las críticas mencionadas en secciones anteriores de este trabajo, el modelo de Humphrey es uno de los estándares utilizados actualmente para la evaluación y certificación de empresas de Software.

Creemos razonable visualizar el modelo como un marco referencial sobre el cual se pueden elaborar refinamientos y modificaciones orientadas a "clases" de organizaciones específicas.

El desarrollo realizado está abierto a correcciones y mejoras. De todos modos constituye una herramienta interesante para la evaluación de organizaciones medianas y pequeñas, así como para su empleo en el ámbito académico en el área de Ingeniería de Software y Calidad .

Toda la documentación y el sistema están disponibles en el LIDI.

## **Bibliografía**

[ART93] Arthur L., "Improving Software Quality", Wiley, 1993.

[BOL91] Bollinger T, McGowan C, "A Critical Look at Software Capability Evaluations", IEEE Software, 1991.

[HOY95] Hoyle D. "ISO 9000 Manual de Sistemas de Calidad", Editorial Paraninfo, 1995.

[HUM89] Humphrey W., "Managing the Software Process", Addison Wesley, 1989.

[HUM91] Humphrey W., Snyder T, Willis R, "Software Process Improvement at Hughes Aircraft", IEEE Software, 1991.

[JEN95] Jenner M, "Software Quality Management and ISO 9001", Wiley, 1995.

[PRE93] Pressman R., "Ingeniería del software", Mc Graw Hill, 1993

## **ANEXO**

### **Cuestionario de modelo de madurez**

#### **1. Área Recursos humanos**

**Aspectos:**

- 1.1. Planificación**
- 1.2. Selección**
- 1.3. Evaluación (seguimiento)**
- 1.4. Capacitación**

**(Area.Aspecto.Secuencia)**

- 1.1.1. ¿Existe planificación?**
- 1.1.2. ¿La planificación de los recursos humanos es programada?**
- 1.1.3. ¿Existen políticas explícitas (conocidas) de planificación?**
- 1.1.4. ¿Se evalúan (miden y analizan) las planificaciones?**
- 1.1.5. ¿Existe un metaproceso que utilice las mediciones de 1.1.4. para realimentar el proceso de planificación?**
  
- 1.2.1. ¿Existe selección?**
- 1.2.2. ¿Existen procedimientos formales de selección?**
- 1.2.3. ¿Existe un único procedimiento formal de selección en toda la empresa/grupo?**
- 1.2.4. ¿Se evalúan (miden y analizan) los procedimientos de selección?**
- 1.2.5. ¿El/los procedimiento/s de selección son la única vía de ingreso al grupo?**
- 1.2.6. ¿Existe un metaproceso que utilice las mediciones de 1.2.4. para realimentar el proceso de selección?**
  
- 1.3.1. ¿Se evalúa el desenvolvimiento del personal?**
- 1.3.2. ¿Esta evaluación es planificada?**
- 1.3.3. ¿Existen políticas explícitas (conocidas) de evaluación?**
- 1.3.4. ¿Se evalúan (miden y analizan) las evaluaciones?**
- 1.3.5. ¿Existe un metaproceso que utilice las mediciones de 1.3.4. para realimentar el proceso de evaluación?**
  
- 1.4.1. ¿Existe capacitación?**
- 1.4.2. ¿Esta capacitación es planificada (en el tiempo: cronograma)?**
- 1.4.3. ¿Existen políticas explícitas (conocidas) de capacitación?**
- 1.4.4. ¿Se evalúan (miden y analizan) las capacitaciones?**
- 1.4.5. ¿Existe un metaproceso que utilice las mediciones de 1.4.4. para realimentar el proceso de capacitación?**