

# LOS MODELOS DINÁMICOS Y LA FORMACIÓN EN GESTIÓN DE PROYECTOS

Isabel Ramos<sup>1</sup>, Mercedes Ruiz<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Depto. de Lenguajes y Sistemas Informáticos. Universidad de Sevilla.  
e-mail: [isabel.ramos@lsi.us.es](mailto:isabel.ramos@lsi.us.es)*

<sup>2</sup>*Depto. de Lenguajes y Sistemas Informáticos. Universidad de Cádiz.  
e-mail: [mercedes.ruiz@uca.es](mailto:mercedes.ruiz@uca.es)*

**Resumen:** En este artículo presentamos la utilización de un simulador del proceso de desarrollo de software aplicado en la formación del personal novel en gestión de proyectos. Lo anterior, nos permite experimentar con diferentes políticas de gestión y dirección para un mismo proyecto con un coste nulo, de forma que se pueda conocer los resultados obtenidos y tomar la decisión más adecuada. El núcleo fundamental de estos simuladores está formado por un modelo dinámico que simula el comportamiento del proceso de desarrollo de software.

## 1.- INTRODUCCIÓN.

Entre las funciones que realizan los directores de Proyectos de Desarrollo de Software (en adelante PDS) se encuentran las actividades de planificación, seguimiento y control del desarrollo. Para afrontar el desempeño de sus funciones, los directores disponen básicamente de sus propios modelos mentales alimentados por la experiencia acumulada en proyectos similares y carecen de modelos formales, estándares, y herramientas que permitan mejorar y aumentar la precisión de las decisiones tomadas.

Recientemente, se están creando lo que podríamos llamar *Simuladores de PDS*. Estos simuladores, permiten a los directores experimentar con diferentes políticas de gestión y dirección con un coste nulo, de forma que la decisión que se tome al final sea lo más acertada posible.

El núcleo fundamental de estos simuladores está formado por un modelo dinámico que se obtiene de observar las variables que definen el estado del

proyecto real y las relaciones que gobiernan su evolución en el tiempo. Los entornos de simulación actuales (Stella, Vensim, iThink, Powersim, etc.) permiten ampliar las utilidades de dichos modelos y facilitan la construcción del simulador.

Las relaciones que se establecen en el proceso de desarrollo toman la forma de ecuaciones diferenciales no lineales, representando cada una de ellas una relación causal. Por supuesto, el modelo dinámico debe superar distintas fases de verificación, que aseguren su consistencia y corrección desde el punto de vista matemático y su comportamiento en casos límite, y de validación que aseguren que el modelo simula perfectamente el sistema real. Una vez integrado en un entorno de simulación, el modelo nos permitirá aventurar, con la suficiente precisión, cuál será el impacto que tiene sobre el PDS las distintas políticas de gestión que queramos analizar permitiéndonos tomar la decisión óptima.

El simulador que estamos desarrollando incorpora dos modelos dinámicos para PDS: el Modelo Dinámico Básico [Ramos y Ruiz, 98] para poder realizar estimaciones de PDS en etapas tempranas cuando aún se dispone de poca información sobre el proyecto y el Modelo de Abdel-Hamid y Madnick [Abdel-Hamid y Madnick, 91], el cual hemos adaptado al entorno de simulación Vensim, que nos permite simular el comportamiento del proyecto cuando el nivel de información disponible es mayor.

Aunque son muy diversas las aplicaciones de los modelos dinámicos, en este artículo nos centraremos exclusivamente en sus aplicaciones en la formación del personal novel en estimación y gestión de PDS.

## **2.- LOS MODELOS DINÁMICOS APLICADOS A LA FORMACIÓN.**

Los modelos dinámicos de desarrollo de software poseen dos aplicaciones naturales en el ámbito de la formación de futuros directores: a) la utilización de un simulador para PDS con el que poder experimentar los efectos de diferentes decisiones (o políticas de gestión) y b) la elaboración de un modelo dinámico que se adapte completamente a la propia organización de desarrollo. La primera de estas aplicaciones está siendo utilizada por nuestros alumnos en las prácticas de estimación y gestión de PDS. A continuación se exponen ambas aplicaciones.

### **a) Experimentar los efectos de diferentes decisiones.**

En este caso, los alumnos trabajan de forma individual, o mejor en grupo, con el simulador de proyectos software creando distintos escenarios y

explorando las consecuencias de sus decisiones. A través de esta interacción, los alumnos profundizan en su conocimiento, desarrollan tanto su pensamiento crítico como su capacidad de análisis y mejoran su capacidad de comunicación y de trabajo en equipo.

La figura 1 muestra una, de las posibles salidas, del simulador. A partir de las estimaciones iniciales (realizadas utilizando los métodos tradicionales de estimación) sobre el tamaño, duración, coste y nivel de calidad esperado del proyecto se realizan una serie de simulaciones interactivas conducidas por el tipo de políticas de gestión o decisiones tomadas por el alumno: cantidad de esfuerzo que se dedica a las actividades de desarrollo frente a las de pruebas, porcentaje de esfuerzo que se dedica a la adecuación de los técnicos nuevos, restricciones impuestas en el plazo de entrega del proyecto, restricciones en la contratación de técnicos, dedicación media de los técnicos, etc. En función de las decisiones tomadas, se obtiene la evolución de las variables fundamentales del PDS (productividad media, nivel de calidad, duración y coste del proyecto, número de técnicos) y se posibilita el análisis de los resultados.

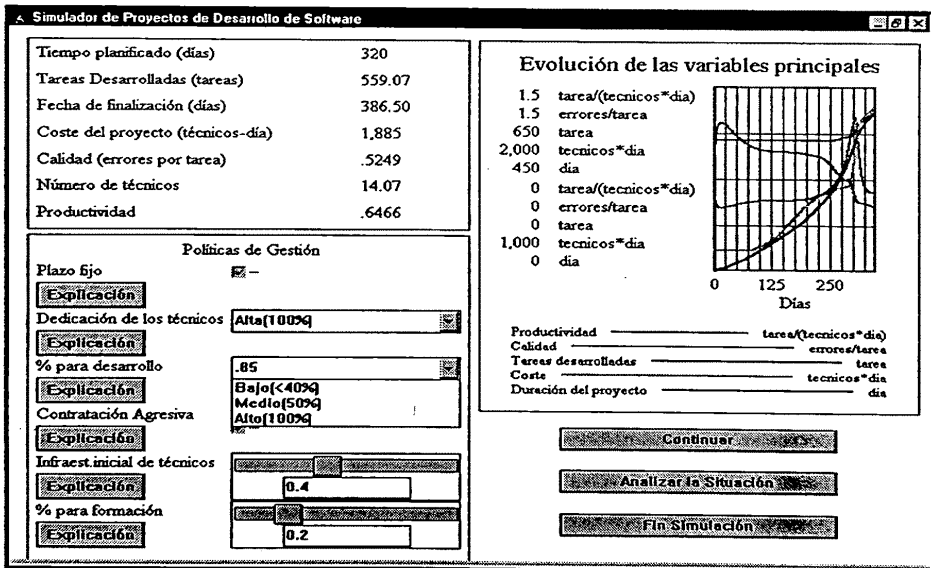


Figura 1: Simulador de Proyectos de Desarrollo de Software.

En los sistemas dinámicos complejos, como los proyectos de desarrollo de software, existen múltiples lazos de realimentación interconectados. Una nueva política de gestión, que pretende resolver un problema puede causar reacciones en otras partes del sistema que contradigan la nueva política o

bien no proporcionar los resultados deseados. Por ejemplo, en las Figuras 2 y 3 aparecen, respectivamente, la evolución del tiempo de entrega y el esfuerzo necesario (coste) de un mismo proyecto al combinar diferentes políticas de tiempo de entrega (con o sin restricciones iniciales) con diferentes políticas de gestión de personal (la gestión de personal se realiza con lentitud o rapidez).

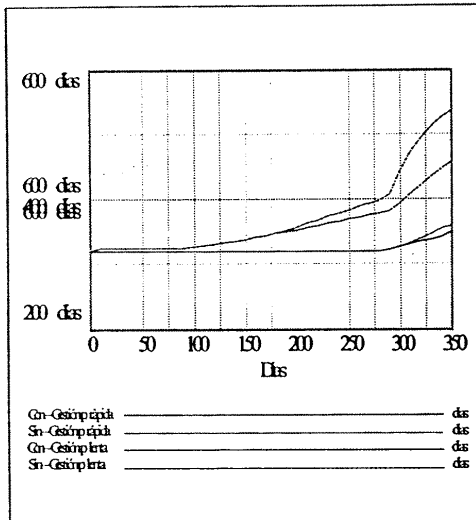


Figura 1: Evolución del tiempo al aplicar diferentes políticas de gestión.

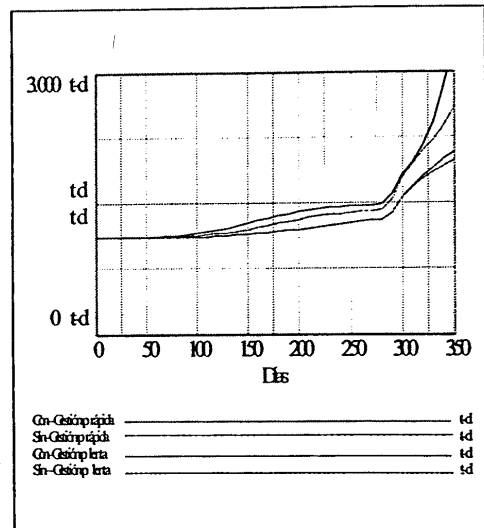


Figura 2: Evolución del esfuerzo al aplicar diferentes políticas de gestión.

Vemos que los resultados pueden llegar a ser muy dispares o no ajustarse a los objetivos del proyecto según la decisión que se tome. Ante estos resultados el alumno discute y analiza, con otros compañeros, los resultados obtenidos y finalmente debe optar por una decisión concreta.

Por último, indicar que un simulador de PDS es efectivo en la formación si cumple las tres propiedades siguientes:

- 1) Permite controlar el proyecto en su conjunto; la ejecución de distintas políticas de gestión conducirá al éxito o fracaso del mismo.
- 2) Facilita la información necesaria para observar los efectos y sus causas permitiendo conocer cómo se relacionan las variables internas del modelo.
- 3) Se corresponde con el mundo real evitando una excesiva simplificación.

### b.- Elaboración de un modelo dinámico.

La segunda de las aplicaciones consiste en elaborar un modelo dinámico que se adapte completamente a la propia organización. En la construcción de un

modelo dinámico, se comienza por modelar la estructura y las reglas que gobiernan el proceso de toma de decisiones en un sistema u organización de desarrollo. Normalmente, existen pocas discrepancias sobre la estructura la organización y las mayores consideraciones recaerán en el proceso de toma de decisiones.

La técnica fundamental para expresar las relaciones causa-efecto de los modelos dinámicos y facilitar su traducción matemática es el diagrama causal. Un diagrama causal utiliza etiquetas para indicar los elementos del sistema y flechas para indicar las relaciones de causa-efecto entre estos elementos. Las flechas están etiquetadas con signos. Un signo positivo (+) indica que el cambio afecta en la misma dirección que la relación causal mientras que el signo negativo (-) se emplea para indicar que el cambio afecta en el sentido contrario a la dirección de la relación causal. En la Figura 4 aparece el Diagrama Causal Básico de un PDS [Ramos y Ruiz, 97]. En este diagrama aparecen las variables y relaciones causales fundamentales que permiten explicar el comportamiento básico del proceso de desarrollo de software.

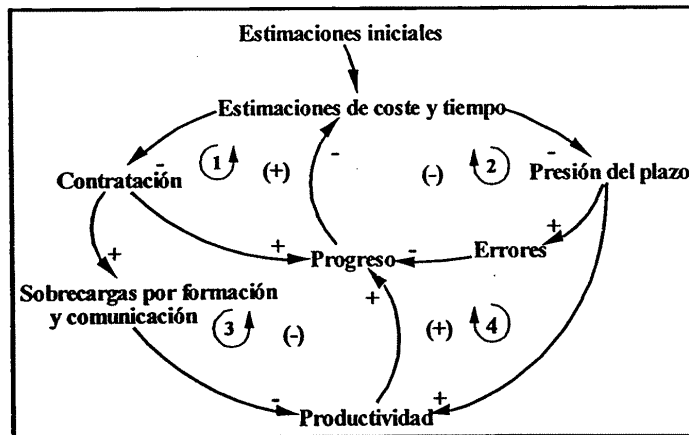


Figura 4: Diagrama Causal Básico

Cuando el modelo dinámico ya se ha construido a partir de la estructura y las políticas acordadas, su comportamiento, en algunas ocasiones puede ser inesperado. Será necesario, en estos casos, descubrir las razones de estos comportamientos y realizar los cambios oportunos en el modelo. De esta forma, el proceso de construcción del modelo dinámico puede entenderse como un medio para el conocimiento y comprensión de la propia organización de desarrollo de software.

### 3.- CONCLUSIONES.

Los modelos dinámicos aplicados a la Ingeniería y los actuales entornos de simulación nos permiten analizar con facilidad, mediante los llamados simuladores de PDS, la evolución del proyecto bajo diferentes políticas de gestión. En este artículo nos hemos centrado en una de las aplicaciones que más éxitos está teniendo y en la que estamos apoyando parte de las prácticas sobre estimación y gestión de proyectos: la formación del personal novel en esta materia. Los simuladores de PDS permiten realizar tanto análisis a priori como análisis post-mortem del proyecto. Es decir, los modelos dinámicos para PDS nos permiten responder a cuestiones del tipo: *¿Qué ocurrirá si?* Antes de la ejecución de un proyecto y *¿Qué hubiese ocurrido si?* Una vez que éste ya ha finalizado. Actualmente estamos trabajando en ampliar las utilidades del simulador que estamos desarrollando especialmente en dos aspectos: 1) poder trabajar con un entorno multiproyecto donde los recursos son compartidos por varios proyectos simultáneamente y 2) poder actuar sobre el proyecto durante su ejecución, es decir, realizar simulaciones durante la ejecución del proyecto.

### 4.- REFERENCIAS.

[Abdel-Hamid y Madnick, 91] Abdel-Hamid T., Madnick S.; "Software Project Dynamics: An Integrated Approach". Prentice-Hall, 1991.

[Ramos y Ruiz, 97] Ramos I.; Ruiz M.: "Análisis de las estructuras dinámicas comunes a los Proyectos de Desarrollo de Software y a los Proyectos de Investigación y Desarrollo". III Jornadas de Informática, El Puerto de Santa María, pp.: 127-136, 1997.

[Ramos y Ruiz, 98] Ramos I.; Ruiz M.; "A Reduced Dynamic Model to Make Estimations in the Initial Stages of a Software Development Project". INSPIRE. London 1998.