

Aplicación de la Cibernética Organizacional mediante VSMoD al estudio de un Proyecto Software

Julio César Puche Regaliza¹, José Manuel Pérez Ríos¹, Pablo Sánchez Mayoral¹

¹ Dpto. de Organización de Empresas y Comercialización e Investigación de Mercados. Escuela Técnica Superior de Ingeniería Informática. Universidad de Valladolid. Campus Miguel Delibes s/n, 47011 Valladolid. puche@uva.es, rios@uva.es, mayoral@uva.es.

Resumen

Los proyectos software siguen sufriendo numerosos fracasos. Sus desarrolladores tienen dificultades para terminarlos dentro del plazo exigido, con costes no superiores a los estimados inicialmente y con la calidad que asegure la satisfacción de los usuarios. A pesar de los avances existentes en diferentes campos del desarrollo de proyectos software, el número de fracasos sigue siendo desalentador. Proponemos un enfoque organizacional para intentar resolver estos problemas, en el cual esté implicada toda la organización que se dedica al desarrollo del Proyecto Software. Más concretamente, aplicaremos el Modelo de Sistemas Viables para asegurar la viabilidad, es decir, la capacidad de existencia independiente, auto-regulación, aprendizaje y adaptación en el desarrollo de proyectos software. Además, presentamos VSMoD como una herramienta informática que facilita la representación de la estructura y el almacenamiento de la información relacionada con cada componente del modelo diseñado.

Palabras clave: Proyecto Software, Modelo de Sistemas Viables, VSM, Cibernética Organizacional, Cibernética, Dinámica de Sistemas, VSMoD.

1. Introducción

El objetivo de este trabajo es aplicar la *Cibernética Organizacional* mediante una herramienta informática (*VSMoD*) al estudio de un *Proyecto Software*.

La búsqueda de este objetivo se fundamenta en la importancia del software en la sociedad actual, como señala Pressman (2002). Las inversiones en el desarrollo de software no han cesado de aumentar en los últimos años, por lo que los gastos son suficientemente elevados como para prestar una atención especial a los proyectos que los generan (Puche Regaliza et al., 2005).

Para realizar la actividad explicada en el párrafo anterior, es conveniente plantear un enfoque racional en la gestión del proyecto, con todas las funciones típicas del proceso directivo: planificación, organización, ejecución y control. Para evitar el fracaso, el gestor del proyecto y los ingenieros que construyen el producto, deben eludir un conjunto de peligros comunes y comprender los factores críticos del éxito.

Existe numerosa bibliografía que hace referencia a la gestión de proyectos software, en la que se aportan ideas o se intenta dar solución a los problemas que surgen en la realización de los mismos. A pesar de ello, la percepción común que se tiene de la industria del software no es precisamente de una alta calidad de sus productos y servicios, ni de eficiencia en sus

procesos. Una de las referencias más citadas sobre el estado de los proyectos software es el denominado “Reported Chaos” del “Standish Group” (Zavala, 2004).

De manera general, estos proyectos software están afectados por tres graves problemas: costes muy por encima de lo presupuestado, entrega fuera de plazo y falta de calidad del producto, implicando que el número de fracasos en estos proyectos no desciende suficientemente. Por tanto, parece clara la necesidad de aportaciones que permitan construir software de manera que se asegure su calidad, fiabilidad, sencillez y robustez, a un coste y plazo de entrega razonables.

Proponemos un enfoque de gestión diferente a los tradicionales, basado en la *Cibernética*, y más concretamente, en la *Cibernética Organizacional*, con el objeto de lograr unos resultados técnicos, de costes y plazos que incrementen la satisfacción del cliente.

Una de las aportaciones más conocidas a la *Cibernética Organizacional* es el *Modelo de los Sistemas Viables (VSM)*. El *VSM* facilita el tratamiento de la complejidad a la que se enfrenta una organización, si bien, a medida que se profundiza en su utilización, crece la complejidad del modelo. Ello hace muy necesario el uso de herramientas informáticas que faciliten su aplicación. Con esta finalidad, investigadores de la Universidad de Valladolid han desarrollado a lo largo de los últimos años la herramienta denominada *VSMod* (Pérez Ríos, 2003 y 2006).

En el trabajo que presentamos proponemos un tratamiento de esta problemática basado en el *VSM*, utilizando, para facilitar su representación, la herramienta informática *VSMod*. Consideramos que este enfoque puede contribuir a reducir el índice de fracasos. Mostraremos inicialmente algunos conceptos básicos sobre *Cibernética*, *Cibernética Organizacional* y el *VSM*. En segundo lugar, presentaremos la herramienta informática utilizada para facilitar la representación del modelo basado en *VSM*: *VSMod*. Posteriormente abordamos la aplicación del *VSMod* al desarrollo de proyectos software. Terminamos el trabajo con unas conclusiones y referencias al futuro desarrollo de la investigación.

2. Modelo de Sistemas Viables (VSM)

Después del éxito que habían tenido los grupos de trabajo interdisciplinares (que eventualmente se denominaron grupos de Investigación Operativa), durante la II Guerra Mundial, en la resolución de problemas que trascendían a la disciplina particular de cada uno de ellos, al terminar ésta, se extendió el uso de tales grupos para la resolución de problemas no militares.

Uno de ellos fue creado por Norbert Wiener en Méjico. Este grupo reconoció la unidad esencial de un conjunto de problemas relacionados con la comunicación y el control, tanto en las máquinas como en los organismos vivos. Su trabajo, así como el de científicos como Warren McCulloch, Walter Pitts, Ross Ashby, Grey Walter y otros, dio lugar a una nueva visión sobre la interacción de los sistemas complejos y las respuestas humanas a ellos. Fue Wiener el que dio el nombre de *Cibernética* a la nueva ciencia, a la que definió como ciencia de la comunicación y el control en el animal y en la máquina. En los años de la posguerra tiene lugar la publicación de numerosos artículos y libros sobre la materia, y empieza a conformarse una comunidad internacional interesada en ella. Entre esas aportaciones destacamos el libro de Wiener “Cybernetics or the Control and Communication in the Animal

and the Machine” (1948), cuyas ideas fueron puestas en práctica por Stafford Beer, que ya formaba parte de dicha comunidad.

El Diccionario de la Real Academia de la Lengua Española ofrece como definición de *Cibernética* la siguiente: “Estudio de las analogías entre los sistemas de control y comunicación de los seres vivos y de las máquinas; y en particular, el de las aplicaciones de los mecanismos de regulación biológica a la tecnología”. Como podemos comprobar, el concepto de control siempre aparece asociado a *Cibernética*, lo cual es lógico si pensamos en su procedencia del término griego “κυβερνητική”, arte de gobernar una nave.

Stafford Beer, en su obra “Cybernetics and Management” (1959), da el primer paso en la *Cibernética Organizacional*, es decir en la aplicación de los principios de la ciencia *Cibernética* al estudio de las organizaciones. En él realiza una revisión histórica sobre el origen de la *Cibernética* como ciencia, y reivindica el concepto de sistema como alternativa al enfoque reduccionista dominante en la cultura occidental (el todo puede ser comprendido completamente si se entienden sus partes y la naturaleza de su suma). La descripción de las situaciones complejas como cajas negras y la noción de que los sistemas con una finalidad son definidos por el producto saliente de la caja negra (y no por deseos o intenciones) dieron lugar a la conocida afirmación de Beer de que “el propósito de un sistema es lo que hace”. El libro constituye una defensa del “holismo” en el método científico (el todo es más que la suma de sus partes).

Sin embargo, a pesar de los 40 años que han transcurrido desde esta llamada a la aplicación de un enfoque sistémico al estudio de los problemas complejos, y del carácter global de los problemas que afectan a la humanidad, todavía prevalece en medios científicos, académicos, políticos, médicos o sociales, el enfoque reduccionista. Pero también es cierto que la importancia de la investigación sobre el control aumenta de día en día a medida que lo hacen las fuerzas fuera de control.

En ese libro Beer argumenta, por primera vez, la posibilidad de diseñar científicamente una organización para que constituya un sistema dotado de capacidad de aprendizaje, de adaptación y de evolución (Pérez Ríos, 2001).

Nosotros queremos aplicar sus principios al desarrollo de proyectos software, y contribuir con ello a la resolución de sus problemas antes comentados. El enfoque sistémico propuesto por Beer nos parece un marco adecuado para ver el desarrollo de proyectos software desde otra perspectiva, de manera que podamos relacionar todos los elementos que participan en dicho desarrollo. Intentaremos por tanto, diseñar científicamente el desarrollo de proyectos software como un sistema dotado de capacidad de aprendizaje, de adaptación y de evolución, que le permitan enfrentarse a los problemas que surjan y de este modo reducir las elevadas tasas de fracaso.

En 1985 y bajo el título “Diagnosing the System for Organizations”, Stafford Beer publica un libro en el que expone los fundamentos conceptuales del *VSM*, que pudieran servir de guía para su aplicación.

El *VSM* es una de las aportaciones más conocidas y utilizadas de Beer en el ámbito de la Teoría de la Organización. En él establece las condiciones necesarias y suficientes para que un sistema sea “viable”, es decir, capaz de mantener una existencia independiente. Ello implica que dicho sistema estará dotado de las capacidades de regulación, aprendizaje,

adaptación y evolución necesarias para garantizar su “supervivencia” ante los cambios que puedan producirse en su entorno a lo largo del tiempo (incluso aunque éstos no hayan sido previstos cuando el sistema fue diseñado).

Para garantizar esa “viabilidad”, el VSM permite abordar la enorme complejidad (variedad) a la que se enfrentan las organizaciones. Para ello realiza un desdoblamiento de la complejidad que se acompaña con el diseño de estructuras organizativas, cada una de las cuales se ocupa de partes de la misma. Tanto para realizar el proceso de desdoblamiento de la complejidad, como para diseñar las diferentes organizaciones se basa en tres pilares fundamentales: el “Principio de Recursión”, la “Ley de la Variedad Requerida” y la definición de cinco funciones básicas, caracterizadas por Beer como Sistemas Uno al Cinco (Figura 1), y que de forma muy aproximada se pueden asociar con “implementación”, “coordinación”, “integración”, “inteligencia” y “política” (Pérez Ríos *et al.*, 2003).

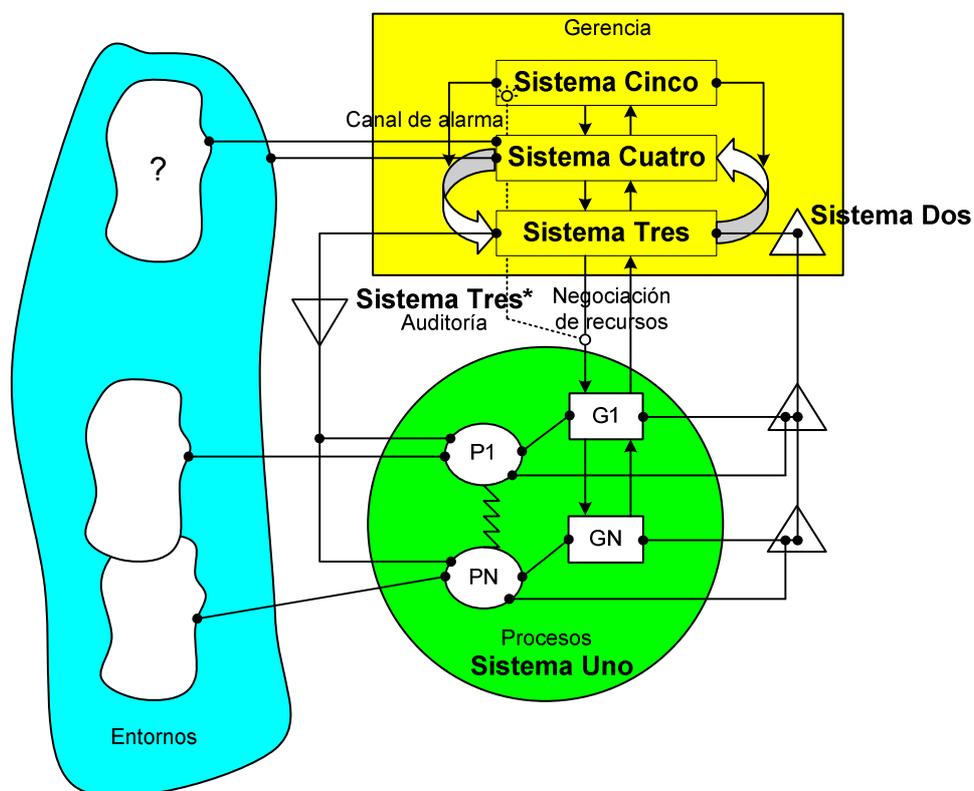


Figura 1. Modelo de Sistemas Viabiles

El primer pilar (Principio de Recursión) se basa en la consideración del carácter “recursivo” de los sistemas viabiles. Todo sistema viable contiene sistemas viabiles y, a su vez, forma parte de sistemas que son también viabiles. La consecuencia directa de esta recursividad es que cualquier sistema viable, sea cual sea el lugar que ocupe, ha de contener los cinco sistemas que caracterizan la “viabilidad”. Es decir, la viabilidad del sistema requiere que las cinco funciones existan, de manera recursiva, en todos los niveles de la organización. Toda unidad (Sistema Uno) replica, en términos estructurales, el total en el que está contenida.

El segundo (Ley de la Variedad Requerida) se centra en afirmar que para que un sistema sea viable ha de ser capaz de hacer frente a la complejidad del entorno en el que opera. Desde el punto de vista cibernético, el manejo de la complejidad es la esencia de la actividad directiva. Una forma de medir la complejidad de un sistema es su “variedad”, entendiendo por ella el número de estados posibles o modos de comportamiento que puede adoptar un sistema.

Controlar una situación significa ser capaz de hacer frente a su complejidad, es decir a su variedad, y en este sentido la Ley de Ashby establece que “sólo la variedad puede absorber (destruir) la variedad”, o bien, que el “control” sólo es posible si la variedad del “controlador” es equivalente a la variedad de la situación objeto de control (Ashby, 1956).

Desde el punto de vista del *management* esto implica que para que los directivos puedan hacer frente a la enorme variedad presente en el entorno, así como en las operaciones de las cuales son responsables, deben ser capaces de desarrollar la variedad requerida. La variedad del entorno es enormemente mayor que la variedad del sistema productivo encargado de proporcionar los productos o servicios al entorno, y la de éste es, a su vez, también muy superior a la variedad disponible en el sistema directivo encargado de controlarlo. La forma de equilibrar las variedades de los tres elementos (entorno, operaciones, dirección) es mediante el diseño de mecanismos de reducción de la variedad (del entorno con relación a las operaciones, y de éstas con relación a la dirección) y de amplificación de la variedad (de la dirección con relación a las operaciones y de las operaciones con relación al entorno). Este proceso se conoce como “ingeniería de la variedad”.

Por último, el tercer pilar fundamental del VSM afirma que un sistema (p. ej. una empresa) es viable si y sólo si dispone de las cinco funciones o sistemas uno al cinco enumerados con anterioridad. Veamos brevemente en qué consisten:

El “Sistema Uno” está constituido por los procesos productivos (elementos operacionales) que hacen posible que la organización genere sus productos o servicios.

El resto de los sistemas, del dos al cinco, tienen como misión servir al Sistema Uno. Así, el “Sistema Dos” se ocupa de las actividades de coordinación, siendo su principal función amortiguar las oscilaciones que se producen como consecuencia del funcionamiento de las operaciones elementales contenidas en el Sistema Uno y sus interacciones.

El “Sistema Tres” se ocupa del *entorno interno* del sistema, en tiempo real. Su misión es intervenir en la negociación de recursos con las operaciones elementales (Sistema Uno), transmitirles instrucciones, auditar su funcionamiento y, eventualmente, intervenir en él en aquellos casos en los que la coordinación ha sido incapaz de resolver el conflicto entre las operaciones. Se puede decir que la principal función del Sistema Tres es ocuparse del “aquí y ahora” de la organización. Su misión es vigilar el funcionamiento de la organización en el corto plazo.

El “Sistema Cuatro” representa la inteligencia del sistema viable. Ha de vigilar la evolución del entorno de la organización. Su principal misión es ocuparse del “exterior y futuro” de la organización, con la finalidad de mantener a ésta constantemente preparada para el cambio. El Sistema Cuatro idealmente estará formado por la “sala de operaciones”, donde son explorados de forma continua diferentes escenarios futuros para ayudar a la toma de decisiones que incrementen la probabilidad de lograr el futuro deseado.

Finalmente, el “Sistema Cinco”, que podríamos identificar con la política de la organización, se ocupa de los aspectos ideológicos-normativos y define la misión y el estilo de la organización. Debe asegurar que ésta última se adapte al entorno, manteniendo, al mismo tiempo, un grado adecuado de estabilidad interna.

3. VSMod: Herramienta informática que facilita la representación de modelos basados en el VSM.

Nuestra aportación es representar el modelo de un *Proyecto Software* basado en *VSM*, apoyándonos para ello en la herramienta informática *VSMod*.

VSMod está destinada a facilitar la edición (creación, modificación y eliminación) a través de Internet, de modelos basados en el *VSM*. Esta herramienta proporciona una plantilla para la documentación del *VSM*. El usuario decide cómo de complejo será su modelo, es decir, cuántos niveles de recursión presentará, qué criterios regirán dichos niveles de recursión y cuántos elementos operacionales encontraremos en cada nivel, así como los parámetros de proporcionalidad con los que se quieran representar. La herramienta presenta una interfaz gráfica semejante al modelo creado por Stafford Beer.

Ofrece una adecuada interfaz con el usuario, permitiendo una buena interacción con el mismo y haciendo que su manejo sea abordado de manera intuitiva (notas en pantalla, gráficos y colores representativos, etc.). Permite introducir toda la información que se precise en cada uno de los Sistemas (2, 3, 4 y 5), los elementos operacionales, los entornos y las relaciones entre los diferentes elementos y entornos. También permite asociar distintos valores a cada elemento operacional para cada parámetro de proporcionalidad asignado a dichos elementos. En forma de resumen, la herramienta ofrece las siguientes posibilidades:

- El almacenamiento físico de múltiples modelos para su uso posterior. Es decir, se puede almacenar tanto la estructura del *VSM* como la información asociada a cada uno de sus componentes. El usuario puede crear un modelo *VSM* después de completar un formulario, que incluye el nombre de dicho modelo y el del primer Sistema en Foco. De la misma manera, se puede recuperar un modelo creado anteriormente, modificarlo y volverlo a almacenar.
- La creación, edición y eliminación de la estructura del modelo. Se compone de tres partes:
 - La relacionada con los **criterios de recursión**. En función del criterio de recursión seleccionado, se agruparán los elementos operacionales que componen el Sistema en Foco.
 - La relacionada con los **elementos operacionales**. En base a un Sistema en Foco y a un criterio de recursión determinado, se puede definir diferentes elementos operacionales. Si no se define y se selecciona un criterio de recursión, no se pueden crear elementos operacionales.
 - La relacionada con los **parámetros de proporcionalidad**. Cada elemento operacional puede tener asignado un determinado valor asociado a cada parámetro de proporcionalidad. De esta manera, se representa gráficamente cada elemento operacional con un tamaño proporcional al valor que tenga el parámetro de proporcionalidad escogido.
- La inserción, modificación, representación y eliminación de información asociada a cada uno de los sistemas de cada nivel de recursión (incluidos los procesos y la gerencia de cada elemento operacional del Sistema Uno) y sus conexiones, para su posterior recuperación, así como en las relaciones entre los entornos de los diferentes elementos operacionales. Cuando se añade información, el componente

cambia de color para indicar visualmente que ese componente tiene información asociada. La información puede almacenarse de diferentes maneras, de forma que permite añadir notas con ficheros adjuntos en los casos en los que la cantidad de información sea elevada.

- La visualización gráfica de varios tipos de mapas que proporcionan una visión global y centrada en el Sistema en Foco de la estructura recursiva de los niveles que componen la organización. Es decir, sus elementos operacionales junto a los sistemas 2, 3, 4 y 5. También presenta los entornos de cada elemento operacional y del Sistema en Foco junto con las conexiones entre cada uno de estos elementos.
- Diferentes modos de navegación por la estructura del modelo, permitiendo al usuario tanto desplazarse desde el Sistema en Foco a un nivel de recursividad superior o inferior, como elegir arbitrariamente un nuevo Sistema en Foco, fijando los diferentes elementos operacionales como Sistemas en Foco con sólo seleccionar dicho elemento operacional. También se puede navegar eligiendo un criterio de recursión determinado.
- La impresión de las pantallas gráficas más relevantes del modelo diseñado, acompañadas de la información asociada a los componentes que se representan en ellas.

4. Aplicación del VSMoD a un Proyecto Software

Una vez definidos los conceptos fundamentales relacionados con el *VSM*, estamos en condiciones de aplicar las pautas que dicho modelo nos dicta. Pretendemos avanzar en la línea de convertir el desarrollo de un *Proyecto Software* en un proceso viable, es decir, dotado de las capacidades de regulación, aprendizaje, adaptación y evolución necesarias para garantizar su “supervivencia” ante los cambios que puedan producirse en su entorno, de forma que reduzca la posibilidad de fracaso. Estas capacidades son fundamentales en entornos tan cambiantes como los que afectan al desarrollo de software.

El desarrollo de este modelo presenta dificultades a la hora de representar la cantidad de gráficos e información que genera. Por este motivo, nos apoyamos en la ayuda que ofrece la herramienta informática *VSMoD*, de manera que podemos almacenar en formato digital tanto la estructura como la información asociada a cada componente del modelo.

VSMoD conduce a realizar dos pasos iniciales para comenzar a diseñar el modelo. Estos dos pasos son los que vamos a presentar en este trabajo. En concreto, nos centraremos en la definición de un criterio y de los niveles de recursión.

Seleccionar un criterio de recursión para un sistema dado y sus elementos es una decisión arbitraria condicionada por el propósito que se marque el usuario. Luego, la gestión y desarrollo de proyectos software puede organizarse en base a diferentes criterios de recursión. En este caso, hemos elegido como criterio el alcance que tiene cada uno de estos proyectos.

Basándonos en el criterio de recursión seleccionado, definimos el Sistema en Foco como el nivel de recursión que hace referencia a un *Proyecto Software* aislado, es decir, el alcance de este nivel de recursión queda marcado por los límites de ese proyecto. Es el nivel de recursión i . Podemos vislumbrar un nivel de recursividad superior, nivel $i+1$, como el de la

organización dedicada a gestionar y desarrollar varios proyectos software, donde cada uno de ellos será un elemento operacional del Sistema Uno. Siguiendo el concepto de recursividad, un nivel inferior al Sistema en Foco, nivel $i-1$, sería aquel que representase cada una de las operaciones elementales del Sistema Uno de dicho Sistema en Foco, es decir, de cada *Proyecto Software*. Podemos ver la representación del modelo en *VSMod* en la Figura 2.

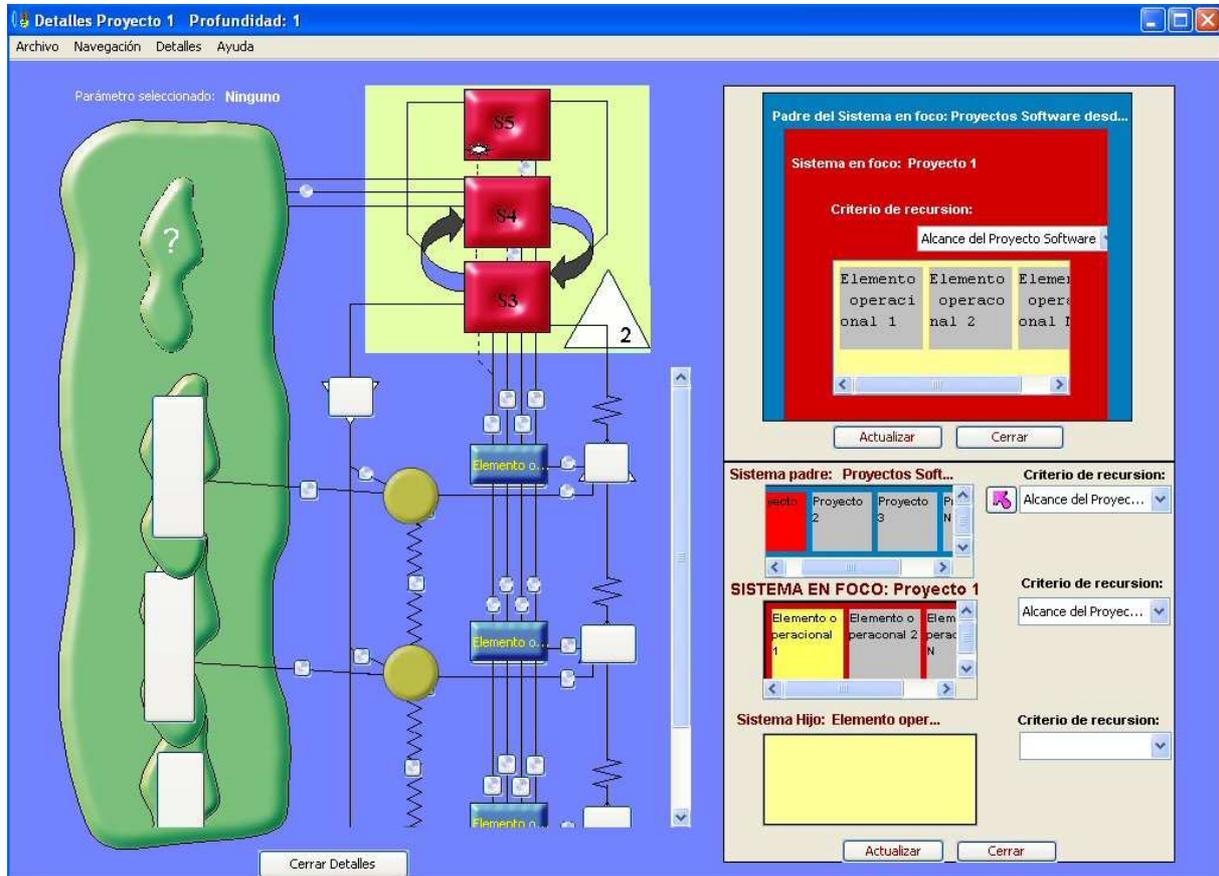


Figura 2. Proyecto Software en VSMod

Para finalizar, planteamos unas ideas generales sobre lo que sería la composición de cada uno de los cinco sistemas o funciones fundamentales de todo sistema viable en un *Proyecto Software*.

El Sistema Uno estaría formado por las actividades dedicadas a desarrollar el proyecto. Entre otras, podemos citar: análisis, diseño e implementación. El Sistema Dos estaría compuesto por la planificación del proyecto o la definición de los procesos que se seguirán a la hora de desarrollar el proyecto, de manera que coordine todas las actividades que se desarrollan en el Sistema Uno. El Sistema Tres se correspondería con el control y seguimiento de la ejecución del proyecto, mientras que las funciones correspondientes al Sistema 3* serían, entre otras, las auditorías técnicas y las de calidad.

El Sistema Cuatro se ocupa del futuro. Una de las formas de explorarlo es mediante la utilización de modelos de simulación. Uno de los más completos, realizado hasta la fecha sobre el campo de proyectos software es el de Abdel-Hamid y Madnick (1991), desarrollado con *Dinámica de Sistemas*. Por último, el Sistema Cinco, en el que debieran de estar representados los diferentes stakeholders para desempeñar la función que es propia de este sistema, y que abarca, entre otras, la filosofía del proyecto respecto a su entorno de desarrollo (software libre o propietario), los objetivos buscados por el proyecto, etc.

5. Conclusiones

El desarrollo de proyectos software, a pesar de las diferentes aportaciones y mejoras en diferentes campos, sigue afectado por múltiples problemas como el exceso de costes respecto a los inicialmente estimados, incumplimiento de plazos de entrega o insatisfacción de los clientes.

Por esta razón, proponemos en este trabajo un enfoque alternativo que, basado en la *Cibernética Organizacional* y aplicando en particular el *VSM*, permita diseñar organizaciones que desarrollan software que sean viables, es decir, que estén dotadas de las capacidades de regulación, aprendizaje, adaptación y evolución necesarias para garantizar su “supervivencia” ante los cambios que puedan producirse en su entorno (incluso aunque éstos no hayan sido previstos al inicio de los proyectos). Defendemos en especial este enfoque, habida cuenta de la turbulencia del entorno en que precisamente se mueven este tipo de organizaciones y sus proyectos. Además, presentamos *VSMod* como la herramienta informática que permite facilitar la representación del modelo diseñado.

Finalmente, señalamos nuestra intención de profundizar en mayor medida en el diseño de los diferentes sistemas propuestos por el *VSM* y las conexiones existentes entre ellos, con el objetivo de ofrecer a las organizaciones unas pautas que les permita obtener unas características de viabilidad. Haremos especial hincapié en la utilización de *VSMod* para el almacenamiento físico del trabajo desarrollado, de manera que facilite la actualización, tanto de la estructura del modelo como de la información asociada a cada uno de sus componentes.

6. Referencias

- Abdel-Hamid, T.; Madnick, S. E. (1991). *Software project dynamics. An integrated approach*. Prentice Hall Software Series.
- Aracil, J.; Gordillo, F. (1997). *Dinámica de sistemas*. Alianza Editorial.
- Ashby, R. (1956). *An Introduction to Cybernetics*. Chapman & Hall.
- Beer, S. (1959). *Cybernetics and Management*. English Universities Press.
- Beer, S. (1966). *Decision and Control. The Meaning of Operational Research and Management Cybernetics*. John Wiley & Sons.
- Beer, S. (1972). *Brain of the firm*. The Penguin Press.
- Beer, S. (1979). *The Heart of Enterprise*. John Wiley & Sons.
- Beer, S. (1981). *Brain of the firm 2nd edition*. John Wiley & Sons.
- Beer, S. (1985). *Diagnosing the System for Organizations*. John Wiley & Sons.
- Boehm, B. W. (1987). Improving Software Productivity. *Computer*, septiembre, pp. 43-50.
- Boehm, B. W.; Papaccio, P.N. (1988). Understanding and Controlling Software Cost. *IEEE Transactions on Software Engineering*, octubre, Vol. 14, No. 10, pp. 1462-1477.
- Boehm, B. W. (1996). Anchoring the Software Process. *IEEE Software*, junio, Vol. 13, No. 4, pp. 73-82.
- Boehm, B. W.; et al. (2000). *Software Cost Estimation with COCOMO II*. Prentice Hall PTR.
- Pérez Ríos, J. (2001). *Laudatio de Stafford Beer*. Investidura de Stafford Beer como “Doctor Honoris Causa” por la Universidad de Valladolid. Universidad de Valladolid.
- Pérez Ríos, J. (2003). *VSMod: A Software Tool for the Application of the Viable System Model*. Proceedings, *47th Annual Conference of the International Society for the Systems Sciences (ISSS)*, Heraklion, Crete, Greece.
- Pérez Ríos, J. (2006). Communication and Information Technologies to Enable Viable Organizations. *Kybernetes*, Vol. 35, No. 9/10.

Pérez Ríos, J.; Hernández, C.; del Olmo, R.; Sánchez, P. (2003). Redtemps: Red Temática de Pensamiento Sistémico. Una red evolutiva para la comunidad de sistemas. *V Congreso de Ingeniería de Organización*.

Pressman, R. S. (2002). *Ingeniería del Software. Un enfoque práctico*. 5th ed. McGraw Hill.

Puche Regaliza, J. C.; Pérez Ríos, J. M.; Sánchez Mayoral P. (2005). *IX Congreso de Ingeniería de Organización*. KRK Ediciones.

Wiener, N. (1948). *Cybernetics or the Control and Communication in the Animal and the Machine*. MIT Press.

Zavala Ruiz, J.J.M. (2004). ¿Por Qué Fracasan los Proyectos de Software?; Un Enfoque Organizacional. *Congreso Nacional de Software Libre*.