

Modelización de Sistemas Dinámicos en Equipos de Mejora

Carmen Jaca¹, Marta Ormazabal¹, José Alberto Eguren², Lourdes Pozueta³

¹ Dpto. de Organización Industrial. TECNUN, Escuela de Ingenieros. Universidad de Navarra. Paseo de Manuel Lardizabal 13. 20018 San Sebastián. cjaca@tecnun.es, mogoenaga@tecnun.es

²Departamento de Organización Industrial. Mondragon Unibertsitatea. Loramendi 4, Apt. 23. 20500 Mondragón (Gipuzkoa) jaeguren@eps.mondragon.edu

³Consultoría en Mejora Continua e Innovación. Avancex+i. Pso. Julio Beobide 11, 1. 20750 Zumaia (Gipuzkoa) lourdes-pozueta@avancex.com

Resumen

El objetivo de este trabajo de investigación es desarrollar un modelo de simulación que permita analizar el funcionamiento de los equipos de mejora. Para ello se utiliza la modelización de dinámica de sistemas; ya que permite analizar problemas diversos y complejos. Gracias al modelo se pueden entender mejor cómo funcionan los equipos de mejora y los factores más importantes que deben tener en cuenta a la hora de implantar nuevos proyectos. Al mismo tiempo, es una herramienta de formación para todos aquellos implicados en los equipos de mejora.

Palabras clave: equipos de mejora, modelización, sistema dinámico, factores

1. Introducción

La mejora continua se define como el proceso planificado, organizado y sistemático de cambio a través de prácticas destinadas a mejorar el desempeño de la empresa, realizado de manera continua e incremental (Jørgensen et al., 2006)

Esta mejora se basa en la aplicación de pequeños cambios impulsados a través de la participación de los trabajadores (Caffyn, 1999). La participación es un factor crucial para la mejora continua en las organizaciones, habitualmente impulsada a través de equipos de mejora (Dabhilkar et al., 2007). El trabajo en equipo es vital en los procesos de mejora, ya que facilita la información compartida, la resolución de problemas y el desarrollo de la responsabilidad de los trabajadores (Rapp and Eklund, 2002). Sin embargo, los equipos de mejora pueden presentar dificultades para su desarrollo en la organización, debido a distintos factores identificados en la literatura, como son la motivación, el apoyo de la dirección o la falta de reconocimiento (Bateman and Rich, 2003; Garcia-Sabater and Marin-Garcia, 2009; Jørgensen et al., 2003).

2. Objetivo

Dentro del estudio del trabajo en equipo, los modelos mentales representan el conocimiento compartido acerca del equipo y sus objetivos, así como información de los roles del equipo, modelos de comportamiento y modelos de interacción entre los miembros (Mathieu et al., 2005). Esta representación del conocimiento es compartida por los diferentes miembros de un equipo (Mathieu et al., 2008). Este artículo presenta el trabajo realizado para la construcción de un modelo que explicita la estructura que genera la evolución de los equipos de mejora. Se han identificado los distintos factores que afectan a la evolución estos equipos, para conocer la evolución de las variables más significativas del sistema cuando se modifica el valor de

dichos factores. El modelo creado puede ser muy útil para las personas involucradas en los equipos de mejora. Al desarrollar y compartir el modelo, el equipo es capaz de trabajar de manera más eficiente y comprometida con el resultado (Mathieu et al., 2005).

3. Estado del arte

El trabajo en equipo ha sido objeto de un profundo estudio en los últimos años, fundamentalmente orientado a determinar las variables relacionadas con la efectividad del equipo. Distintos autores han desarrollado modelos de trabajo en equipo, orientados a la eficiencia del equipo en función de sus resultados (Delarue et al., 2008; Janz, 2003; Mathieu et al., 2005; Mendibil and MacBryde, 2005). Entre estos modelos destaca la aportación de Mathieu (2008), que introduce un modelo funcional de factores asociados a los distintos procesos que ocurren durante el trabajo en equipo. A pesar de que el trabajo en equipo es un proceso dinámico que evoluciona, los modelos desarrollados analizan la relación de cada factor con los resultados del equipo, sin tener en cuenta el desarrollo dinámico de los propios equipos. Los factores se presentan como inputs del proceso, pero no se tienen en cuenta en el desarrollo del propio equipo.

Los equipos de mejora son un caso particular del trabajo en equipo, en el que el objetivo es la mejora de procesos o parámetros de los procesos (Grütter et al., 2002)

La mejora continua se basa en esta forma de trabajo, que implica la participación en equipos. Los equipos participan en un proceso dinámico y complejo, caracterizado por su dificultad de mantenimiento en el tiempo, ya que su implantación conlleva un cambio cultural en toda la empresa (Bhuiyan et al., 2006). Se han desarrollado distintos modelos de Mejora Continua, para explicar las fases de cambio que sufre la organización al desarrollar el sistema de mejora. Estos modelos se estructuran en distintas etapas de madurez en mejora continua, asociando cada etapa a características o habilidades que deben desarrollarse para avanzar en el nivel de mejora continua (Bateman and Arthur, 2002; Bessant et al., 2001; Jørgensen et al., 2006; Wu and Chen, 2006)

Estos modelos también incluyen factores que facilitan la evolución de un nivel a otro en la madurez de la mejora, con el propósito de tener una descripción del recorrido a realizar por la empresa. Además de los citados modelos, distintos estudios han documentado los factores influyentes en la implementación y mantenimiento de los sistemas de mejora continua (Hsuan-Kai et al., 2004; Jaca et al., 2009; Jørgensen et al., 2003; Rapp and Eklund, 2002)

Sin embargo, el enfoque que se ha dado en ambos casos es un enfoque estático, que representa los distintos niveles de la mejora y los factores sin tener en cuenta la naturaleza dinámica de los equipos y las organizaciones. El modelo que se pretende desarrollar pretende complementar los modelos antes desarrollados desde el enfoque de la dinámica de sistemas.

4. Metodología de investigación

4.1. Herramienta utilizada: Dinámica de Sistemas

La dinámica de sistemas fue desarrollada en los años 50-60 por Jay Forrester (Forrester, 1961). Es una herramienta que permite la creación de modelos de simulación de sistemas complejos. Estos modelos se representan mediante unos diagramas conocidos como diagramas de flujos que representan las relaciones entre todas las variables. Los diagramas plasman con claridad la estructura del sistema, por lo que pueden ser entendidos por personas que no disponen de conocimientos de modelización. La dinámica de sistemas puede aplicarse a cualquier sistema dinámico, con cualquier escala de tiempo y de espacio (Sterman, 2000). Esta herramienta permite conocer el comportamiento de las variables del sistema, para entender mejor el funcionamiento global del mismo. Por este motivo, la utilización de esta

herramienta es interesante para comprender mejor el funcionamiento de los equipos de mejora y tener en cuenta la influencia cada una de las variables en su evolución.

4.2. Metodología utilizada: Group Model Building (GMB)

Group Model Building es una metodología que permite capturar información en colaboración con un grupo de personas que son expertos en el problema a tratar. Durante la creación del modelo es importante que los expertos acepten y se comprometan con el modelo que se va construyendo; por ello, es importante discutir acerca de la creación del mismo durante todo el proceso de construcción. A la hora de modelizar el funcionamiento de los equipos de mejora, Group Model Building es una metodología muy adecuada para recopilar toda la información necesaria.

Para la construcción del modelo es necesario identificar qué expertos pueden aportar su conocimiento desde distintos puntos de vista. En este caso se seleccionaron personas de tres áreas distintas con amplia experiencia en proyectos de mejora: expertos de empresas industriales con equipos de mejora, expertos en consultoría dedicada a la implantación de equipos de mejora y de académicos con experiencia en proyectos de mejora en empresas. En total han sido nueve los expertos que han aportado su conocimiento para la realización del modelo. Todos ellos se han distribuido en tres grupos de tal forma que en cada grupo haya personas de distintos perfiles para que sea más enriquecedor.

A la hora de recoger la información planteada por los expertos, la metodología GMB utiliza diferentes dinámicas. En el primer ejercicio, se identifican los agentes que intervienen en los equipos de mejora y se clasifican según el interés y la influencia en el problema investigado. En el segundo, se identifican las políticas que pueden afectar al rendimiento del equipo de mejora. En el tercero, se establecen los indicadores asociados a las distintas políticas identificadas y los resultados que pueden obtenerse. En el cuarto, se realiza un ejercicio a través de historias de éxito y fracaso; en el cual, los expertos cuentan la evolución de los equipos en ambos casos. Por último, los grupos de expertos elaboran las gráficas asociadas a los indicadores sobre las posibles evoluciones de las políticas en ambos escenarios (éxito y fracaso).

A partir de la información obtenida a través de los diferentes workshops se ha concluido que los agentes más influyentes e interesados en los equipos de mejora son la Dirección y los trabajadores que forman los equipos de mejora. La Dirección es el agente más interesado en la mejora de la empresa y que además influye de manera importante en los equipos de mejora. Los trabajadores influyen directamente en los equipos, al ser sus miembros. En cuanto a las políticas más valoradas por los expertos, se han identificado: los recursos, la formalización del sistema, el seguimiento de la Dirección a los equipos y el reconocimiento. Los recursos asignados a los equipos comprenden tanto el tiempo dedicado como el número de personas participantes. La formalización representa el grado en que la organización organiza e integra el sistema de mejora en la organización a través de metodologías, herramientas de mejora, indicadores, procedimientos, etc. El seguimiento de la Dirección está enfocado al grado en que la Dirección se implica con el funcionamiento de los equipos. Por último, el reconocimiento que se da a los equipos de mejora influye directamente en su motivación y por tanto, en su rendimiento.

4.3. Construcción del modelo

Con la información obtenida, el grupo de modelización ha construido el modelo que reproduce la evolución de los equipos de mejora. Para comprender mejor la estructura de este modelo de simulación se explica previamente el diagrama causal obtenido.

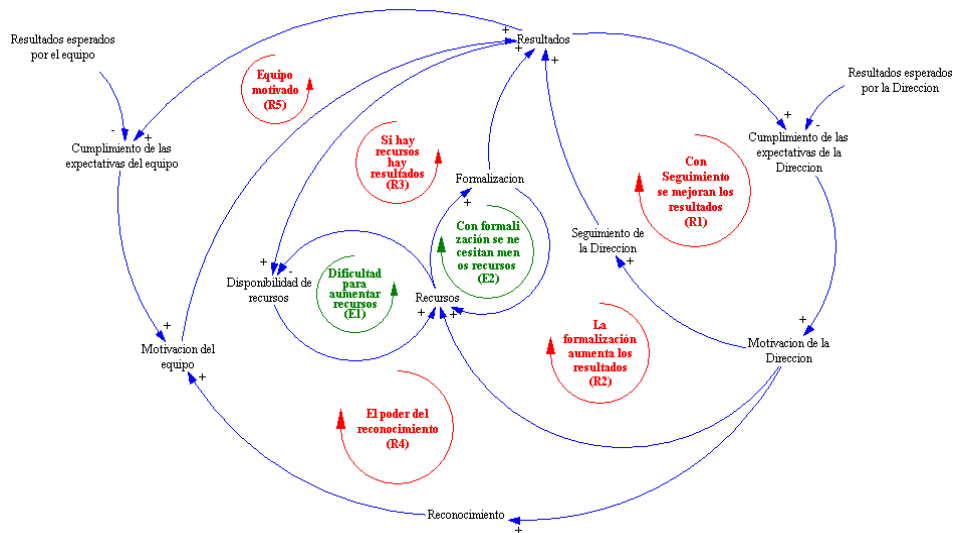


Figura 1. Diagrama causal para Equipos de Mejora

La estructura del modelo está formada por distintos bucles que pueden ser reforzantes (R) o equilibrantes (E). Los reforzantes son aquellos en los que las variables crecen o disminuyen exponencialmente. Los equilibrantes son aquellos bucles que ante la subida del valor de una variable consiguen disminuirlo, de tal forma que se consigue un equilibrio.

Los bucles reforzantes, detectados en las sesiones con los expertos, son los siguientes:

- R1: “Con seguimiento se mejoran los resultados”. La motivación de la Dirección incide en seguimiento que se realiza a los equipos. Un mayor seguimiento implica un mayor número de proyectos implementados y por tanto, un aumento de los resultados. Al aumentar los resultados, el cumplimiento de las expectativas de la Dirección crecerá y la Dirección estará más motivada.
- R2: “La formalización aumenta los resultados”. Si la Dirección está motivada, asignará más recursos y por lo tanto se podrá formalizar más y cuanto más formalizado esté el sistema, más resultados se obtendrán. Si los resultados aumentan, el cumplimiento de las expectativas crece y la Dirección sigue motivándose.
- R3: “Si hay recursos hay resultados”. Cuantos más recursos se asignen a los equipos, se conseguirá una mayor formalización que traerá consigo un aumento de los resultados. Si se obtienen mayores resultados, se podrá disponer de más recursos y por consiguiente se podrán asignar más recursos a los equipos de mejora.
- R4: “El poder del reconocimiento”. Cuanto más motivada esté la Dirección, reconoce más al equipo. Esto consigue que el equipo se vea motivado y que trabaje mejor, por lo tanto los resultados aumentan, el cumplimiento de las expectativas crece y la motivación de la Dirección sigue aumentando.
- R5: “Equipo motivado”. Este bucle representa el efecto reforzante de la motivación del equipo: cuando los resultados aumentan, el cumplimiento de las expectativas del equipo es mayor, ya que se está más cerca de los resultados esperados. Por tanto, los equipos se motivan, trabajan mejor y esto hace que sigan aumentando los resultados.

Por otro lado, los bucles equilibrantes son:

- E1: “Dificultad para aumentar recursos”. Cuantos más recursos se utilicen, menos recursos quedarán disponibles; y si apenas hay recursos disponibles, disminuirá la asignación de recursos a los equipos.

- E2: “Con formalización se necesitan menos recursos”. Cuando se formaliza el sistema, se necesitarán menos recursos para llevar a cabo los proyectos; mientras que si apenas formalizamos se necesitarán más recursos.

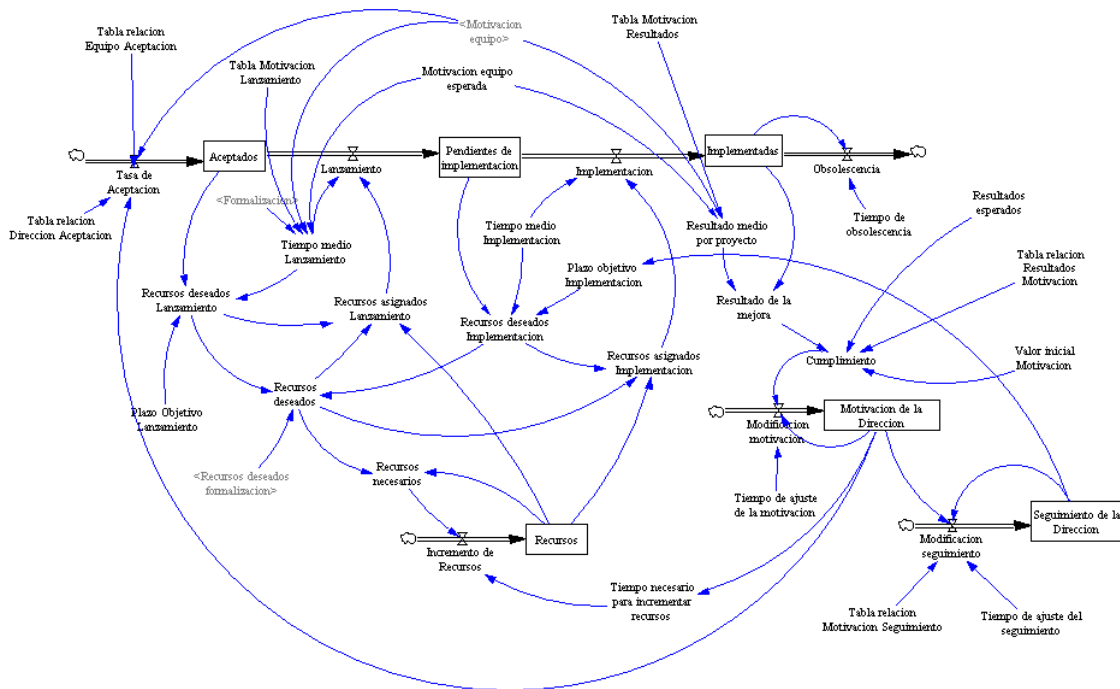


Figura 2. Modelo de funcionamiento de los Equipos de Mejora

El modelo se construye utilizando el software VENSIM ©. Este programa permite simular un modelo y así poder analizar la evolución en el tiempo de las variables que influyen en el problema analizado. En el modelo se ha utilizado como variable reguladora el número de los proyectos derivados de los equipos de mejora. Los proyectos presentan tres fases diferentes: proyectos aceptados, proyectos pendientes de implementación, y proyectos implementados. Como se puede ver, distintas variables influyen en la implementación de los proyectos, como la motivación de la Dirección y la motivación del equipo, los recursos disponibles, la formalización del sistema, el seguimiento de la Dirección y el reconocimiento. Precisamente estas variables son las políticas identificadas por los expertos en los workshops.

Las siguientes figuras (figura 3 y 4) son detalles de cada uno de los subsistemas que aparecen en el modelo anterior: la formalización del sistema de Mejora Continua y la motivación del equipo. En el modelo, la formalización depende de los recursos asignados, del seguimiento que realice la Dirección y del objetivo que se defina como nivel de formalización deseado. La motivación del equipo depende del reconocimiento que la Dirección proporciona al equipo y de los proyectos que se han implementado.

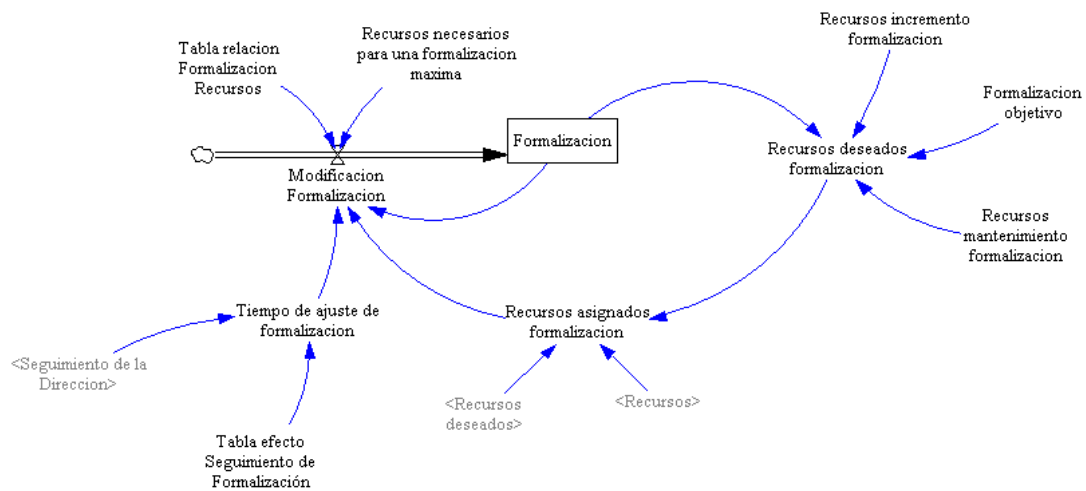


Figura 3. Subsistema de Formalización del Sistema de Mejora Continua

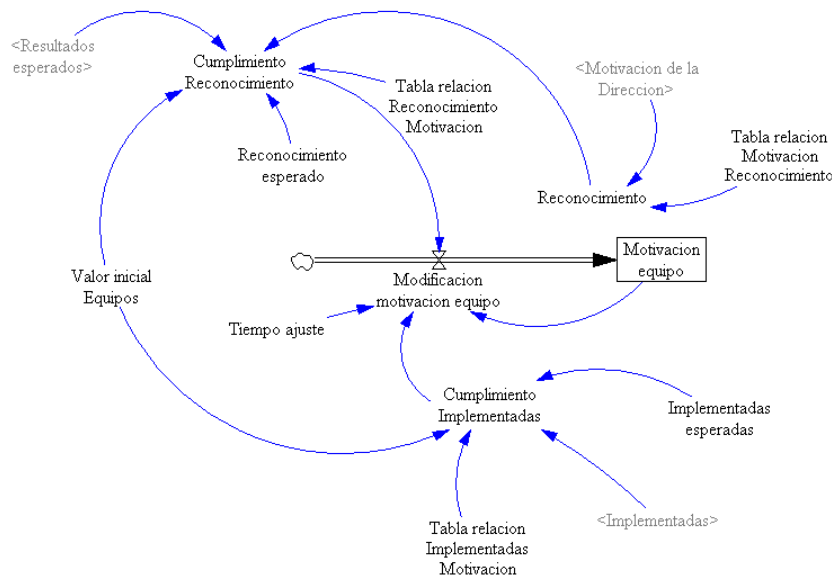


Figura 4. Subsistema de Motivación del Equipo

5. Simulaciones

Se ha realizado distintas simulaciones en las que se han cambiado los valores de las variables, para ver su evolución durante 150 semanas, aproximadamente 3 años. Las variables que se van a comparar en dichas simulaciones son:

Tabla 1. Variables a simular

<i>Variables</i>	<i>Valores</i>
Motivación de la Dirección	$0 < \text{Motivación Dirección} < 1$
Motivación del equipo	$0 < \text{Motivación equipo} < 1$
Resultados esperados	Euros
Resultados de la mejora	Euros
Recursos	Horas persona/ semana

Las simulaciones realizadas son las siguientes. Obsérvese que corresponden a las políticas definidas por la experiencia de los expertos en el GMB.

Tabla 2. Simulaciones

<i>Simulaciones</i>	<i>Bucle dominante</i>	<i>Descripción</i>
Simulación Base (ver fig. 5)	-----	Modelo inicial para comparar con el resto de simulaciones
Seguimiento de la Dirección (ver fig. 6)	R1	Grado de implicación de la Dirección en los equipos de mejora
Política de reconocimiento (ver fig. 7)	R4	Nivel de reconocimiento a los equipos por parte de la Dirección
Formalización del sistema (ver fig. 8)	E2	La formalización consigue mejores resultados
Asignación de recursos (ver fig. 9)	R3	Es importante asignar recursos para que los equipos funcionen
Objetivos del proyecto (ver fig.10)	Es un input, no está dentro de un bucle	Cómo afectan los resultados esperados al resto de variables

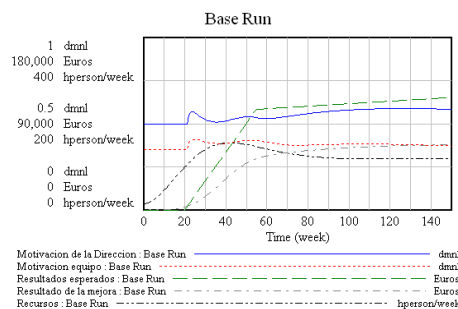


Figura 5. Modelo Base

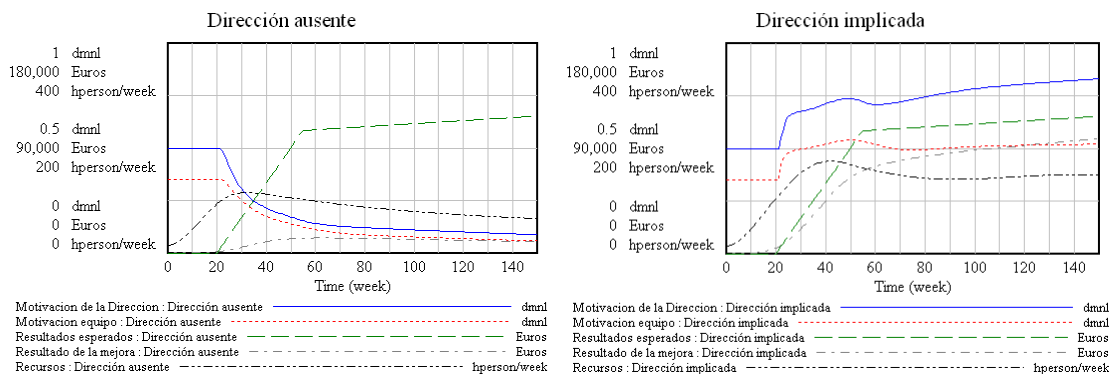


Figura 6. Seguimiento de la Dirección

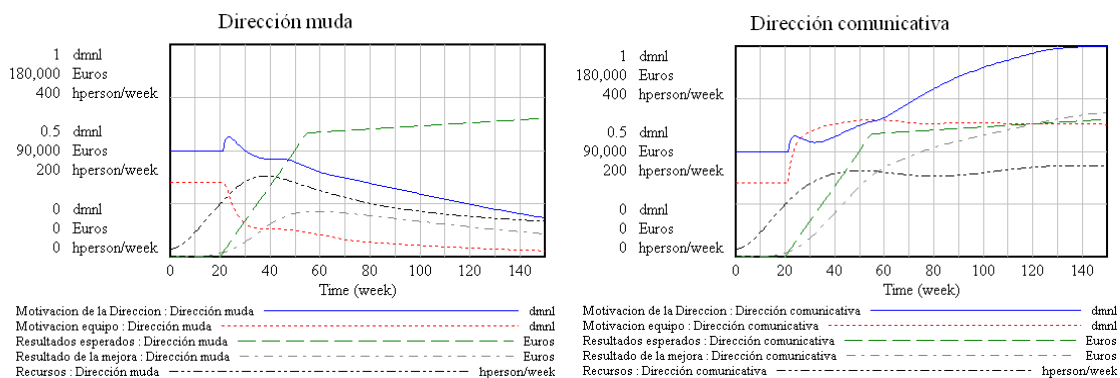


Figura 7. Política de reconocimiento

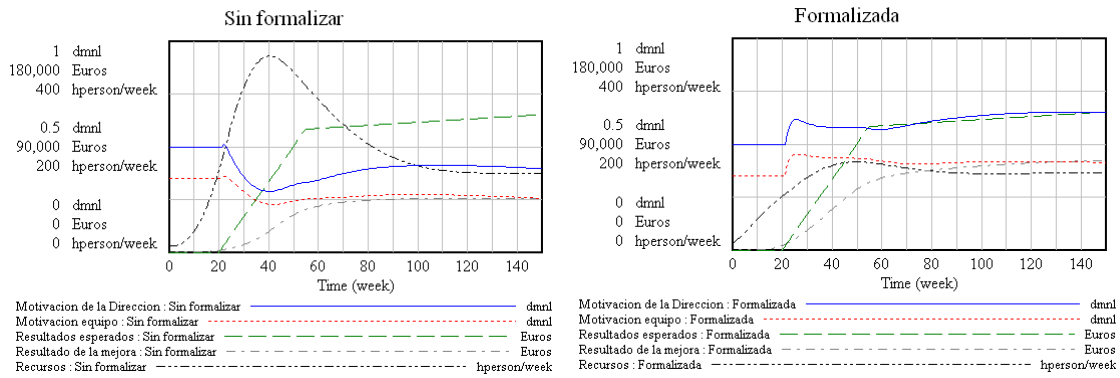


Figura 8. Formalización del sistema

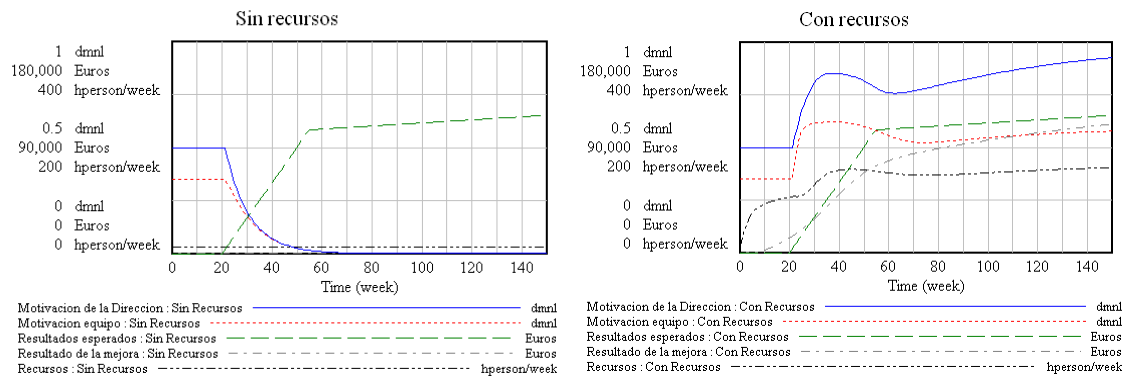


Figura 9. Asignación de recursos

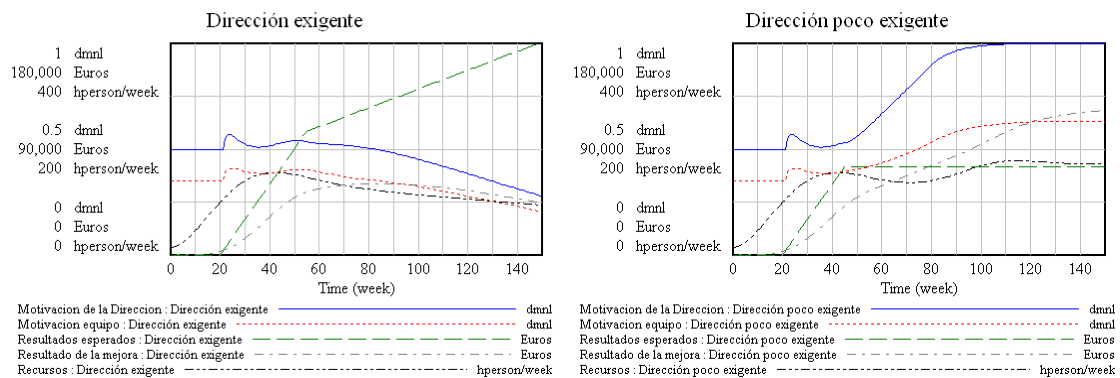


Figura 10. Objetivos de la Dirección

6. Resultados

A través de las discusiones de los expertos en los diferentes workshops, se ha llegado a la conclusión de que los agentes involucrados más importantes en el funcionamiento de los equipos de mejora son la Dirección y el equipo. Por otro lado, las políticas que se han identificado como más importantes son: el reconocimiento por parte de la Dirección a los equipos, la formalización del sistema de mejora y el seguimiento al sistema por parte de la Dirección. Estas variables ya se han identificado por otros autores como influyentes para el mantenimiento y eficacia de los equipos. El modelo desarrollado presenta de qué manera evolucionan y como se ven afectadas entre sí. Esto es de gran utilidad para empresas que trabajan con equipos de mejora. Este modelo es fácilmente entendible y puede utilizarse por personas que no son expertas en modelización. Realizando simulaciones con este modelo, se llegan a resultados razonables, que ayudan a comprender la necesidad de ciertas políticas en el funcionamiento de los equipos de mejora. El seguimiento, el reconocimiento y la

asignación de recursos han resultado ser las políticas más importantes para que los equipos funcionen adecuadamente. La formalización, sin embargo, no es indispensable para conseguir buenos resultados; pero si no se formaliza los recursos requeridos por el sistema son mayores, para conseguir los mismos resultados.

7. Conclusiones

Como se ha comprobado en esta investigación, GMB es una metodología muy adecuada para lograr obtener la máxima información posible sobre los equipos de mejora. De esta forma se han obtenido todas las variables que posteriormente se ven reflejadas en el modelo. La herramienta de Dinámica de Sistemas ha permitido realizar un modelo sencillo pero que al mismo tiempo abarca todas las variables necesarias para describir la evolución de los equipos de mejora. De esta forma cualquier persona involucrada en los equipos de mejora puede entender perfectamente el modelo y su funcionamiento en el tiempo. El modelo es válido para cualquier empresa, la estructura general de funcionamiento de los equipos es común, aunque cambien los valores de las variables. En este último caso se utilizan valores iniciales distintos, pero el esqueleto del modelo sigue siendo el mismo.

Otra conclusión obtenida es que el modelo puede utilizarse para justificar la asignación de recursos a los equipos de mejora, ya que se observa que el funcionamiento del sistema está afectado directamente por los recursos. Del mismo modo, es adecuado para tomar acciones necesarias sobre las variables identificadas en el modelo, puesto que representa la evolución de cada una de ellas en el tiempo. Durante la reunión de presentación y cierre los distintos expertos coincidieron en su utilidad como herramienta de formación y toma de decisiones.

Referencias

- Bateman N., & Arthur D. 2002, "Process improvement programmes: a model for assessing sustainability", *International Journal of Operations & Production Management*, vol. 22, no. 5, pp.515- 526.
- Bateman N., & Rich N. 2003, "Companies' perceptions of inhibitors and enablers for process improvement activities", *International Journal of Operations & Production Management*, vol. 23, no. 2, pp.185- 199.
- Bessant J., Caffyn S., & Gallagher M. 2001, "An evolutionary model of continuous improvement behaviour", *Technovation*, vol. 21, no. 2, pp.67-77.
- Bhuiyan N., Baghel A., & Wilson J. 2006, "A sustainable continuous improvement methodology at an aerospace company", *International Journal of Productivity and Performance Management*, vol. 55, no. 8, pp.671-687.
- Caffyn S. 1999, "Development of a continuous improvement self-assessment tool", *International Journal of Operations & Production Management*, vol. 19, no. 11, pp.1138-1153.
- Dabhilkar M., Bengtsson L., & Bessant J. 2007, "Convergence or National Specificity? Testing the CI Maturity Model across Multiple Countries", *Creativity and Innovation Management*, vol. 16, no. 4, pp.348-362.
- Delarue A., Hootegem G.V., Procter S., & Burrige M. 2008, "Teamworking and organizational performance: A review of survey-based research", *International Journal of Management Reviews*, vol. 10, no. 2, pp.127-148.
- Forrester J. (1961) *Industrial dynamics*. In M.P.C. Waltham, (ed) , 464.

- Garcia-Sabater J.J., & Marin-Garcia J.A. 2009, "Facilitadores y barreras para la sostenibilidad de la mejora continua: Un estudio en proveedores del automóvil de la Comunidad Valenciana", *Intangible Capital*, vol. 1, pp.183-209.
- Grütter A.W., Field J.M., & Faull N.H.B. 2002, "Work team performance over time: three case studies of South African manufacturers", *Journal of Operations Management*, vol. 20, no. 5, pp.641-657.
- Hsuan-Kai C., Hsuan-Yueh C., Hsin-Hung W., & Wen-Tsann L. 2004, "TQM Implementation in a Healthcare and Pharmaceutical Logistics Organization: The Case of Zuellig Pharma in Taiwan", *Total Quality Management & Business Excellence*, vol. 15, no. 9, pp.1171 - 1178.
- Jaca C., Mateo R., Tanco M., Viles E., & Santos J. 2009, "Sostenibilidad de los sistemas de mejora continua en la industria: Encuesta en la CAV y Navarra", *Intangible Capital*, vol. 6, no. 1, pp.p. 51-77.
- Janz B.:P., P. 2003, "Understanding the antecedents of effective knowledge management: The importance of a knowledge-centered culture", *Decision Sciences*, vol. 34, no. 2, pp.351-384.
- Jørgensen F., Boer H., & Gertsen F 2003, "Jump-starting continuous improvement through self-assessment", *International Journal of Operations & Production Management*, vol. 23, no. 10, pp.1260-1260-1278.
- Jørgensen F., Boer H., & Laugen B.T. 2006, "CI Implementation: An Empirical Test of the CI Maturity Model", *Creativity and Innovation Management*, vol. 15, no. 4, pp.328-337.
- Mathieu J., Heffner T., Goodwin G., Cannon-Bowers J., & Salas E. 2005, "Scaling the quality of teammates' mental models: equifinality and normative comparisons", *Journal of Organizational Behavior*, vol. 26, no. 1, pp.37-56.
- Mathieu J., Maynard M.T., Rapp T., & Gilson L. 2008, "Team Effectiveness 1997-2007: A Review of Recent Advancements and a Glimpse Into the Future", *Journal of Management*, vol. 34, no. 3, pp.410-476.
- Mendibil K., & Macbryde J. 2005, "Designing effective team-based performance measurement systems: an integrated approach", *Production Planning Control*, vol. 16, no. 2, pp.208-225.
- Rapp C., & Eklund J. 2002, "Sustainable development of improvement activities - the long-term operation of a suggestion scheme in a Swedish company", *Total Quality Management*, vol. 13, no. 7, pp.945-969.
- Sterman J.D. 2000, "System Thinking and Modeling for a Complex World", *McGraw-Hill*.
- Wu C.W., & Chen C.L. 2006, "An integrated structural model toward successful continuous improvement activity", *Technovation*, vol. 26, no. 5-6, pp.697-707.