

(01-026) - Perceived Complexity in Project Management: A systems thinking perspective

Pajares Gutiérrez, Javier ¹; Acebes Senovilla, Fernando ¹; Martín Cruz, Natalia ¹; Gonzalez Varona, José Manuel ²

¹ INSISOC-Universidad de Valladolid, ² INSISOC-Universidad de Málaga

Project complexity management has attracted significant attention within Academia, addressing the subject from various perspectives that have given rise to different project management complexity models. In this paper, we approach project complexity from the standpoint of systems thinking, a discipline that focuses explicitly on the complexity of social, economic, technological, and other phenomena.

In particular, we analyze a case study of a project by an industrial SME located in Castilla y León (Spain). Interviews were both conducted before and after the project with all the members of the project team, as well as with the company's senior management. As a result of the interviews, we examine how individual and collective mental models impact the perceived complexity of the project, subsequently influencing the decisions made during its life cycle. The outcomes of these decisions, in turn, alter the perceived complexity and mental models that will shape future projects (learning).

The research findings suggest that the systems thinking approach can elucidate situations in which project managers' decisions have effects different from what was initially expected.

Keywords: Project Complexity; Systems Thinking; Mental Models

Complejidad percibida en la gestión de proyectos. Una visión desde el pensamiento sistémico

La gestión de la complejidad de los proyectos ha suscitado gran atención dentro de la academia, abordándose el tema desde distintas perspectivas que han dado lugar a distintos modelos de complejidad. En este artículo abordamos la complejidad en proyectos desde el enfoque del pensamiento sistémico, una disciplina que tiene precisamente como centro de estudio la complejidad de los fenómenos sociales, económicos, tecnológicos, etc.

En concreto, analizamos el caso práctico de un proyecto realizado por una PYME industrial situada en Castilla y León (España). Se realizaron entrevistas antes y después del proyecto a todos los miembros del equipo de proyecto, así como al personal de alta dirección de la empresa. Fruto de estas entrevistas, analizamos como los modelos mentales (individuales y colectivos) afectan a la complejidad percibida del proyecto, que a su vez condiciona las decisiones tomadas durante su ciclo de vida. Los resultados de estas decisiones, a su vez modifican la complejidad percibida y los modelos mentales que influirán en futuros proyectos (aprendizaje).

Los resultados de la investigación sugieren que el enfoque sistémico permite explicar situaciones en las que las decisiones de los directores/as de proyectos tienen efectos distintos a los esperados.



©2024 by the authors. Licensee AEIPRO, Spain. This article is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Palabras clave: Complejidad en proyectos; Pensamiento Sistémico; Modelos Mentales.

Correspondencia: Javier Pajares Gutiérrez javier.pajares@uva.es

Agradecimientos: Esta investigación ha sido parcialmente financiada con el proyecto K10SK de la Junta de Castilla y León y fondos FEDER, con referencia VA180P20.

1. Introducción

El interés por el estudio de la complejidad de los proyectos ha crecido durante los últimos años, al constatar numerosos trabajos científicos la relación inversa entre complejidad y probabilidad de éxito en el proyecto (Bosch-Rekvelde et al., 2018; Kermanshachi et al., 2016; Luo et al., 2017, ;Luo et al., 2020 y Monteiro De Carvalho et al., 2015). Es previsible, además, que la celeridad de los cambios tecnológicos y socioeconómicos se traduzca en un aumento exponencial de la complejidad en los proyectos a gestionar durante esta década (Joseph, 2017; Verga Matos et al., 2019; Nguyen et al., 2019 y Pajares et al., 2017). Así mismo, Kaufmann & Kock (2022) muestran como los beneficios de utilizar estándares y metodologías para dirigir un proyecto se amplifican a medida que aumenta la complejidad de éste: a mayor complejidad, mayor es el valor de la dirección de proyectos.

Tiene por tanto sentido explorar en qué medida la dirección de proyectos puede verse enriquecida con aportaciones de otras disciplinas que tengan como objeto principal el análisis y gestión de la complejidad. Una de estas disciplinas es el Pensamiento Sistémico.

Esta disciplina concibe los sistemas como un conjunto de componentes interrelacionados, en el cual las interrelaciones entre dichos componentes no son menos importantes que los propios componentes individuales (Monat & Gannon, 2015), de forma que pueden *emerger* propiedades atribuibles al “todo”, pero no a ninguna de sus partes individuales: el “todo” es más que la suma de sus partes (Yasmin & Peter, 2011). Se trata de un enfoque holístico, que trata de ver el sistema desde fuera para conocer sus componentes y las relaciones entre ellos. Como apunta Richmond (1994), en pensamiento sistémico hay que *“mirar con un ojo los árboles y con el otro, el bosque”*.

El enfoque sistémico ha sido utilizado con éxito para analizar y gestionar la complejidad en ámbitos tan diferentes como la ecología (Davis & Stroink, 2016), gestión sostenible (Williams et al., 2017), o problemas de salud pública (Carey et al., 2015). También se ha utilizado con éxito en el ámbito de la gestión empresarial (Monat et al., 2020) o la investigación operativa (Mingers & White, 2010).

Y este enfoque también se ha aplicado a la dirección de proyectos. Sterman (2002) enfatiza que los proyectos pueden considerarse como sistemas dinámicos complejos porque integran múltiples componentes interdependientes e incluyen elementos de retroalimentación múltiples con relaciones no lineales. La literatura pertinente se ha centrado de forma mayoritaria en propuestas de dinámica de sistemas para modelar distintos aspectos de un proyecto, como bucles de realimentación causal para explicar los retrasos (Williams et al., 2003), mostrar el efecto pernicioso de un exceso de control de proyectos (Lyneis & Ford, 2020) o comprender la cadena de efectos causales que se derivan de las ordenes de cambio, así como el efecto “domino” por la repetición de trabajo debido a errores de ejecución de las actividades (Love et al., 2002).

Un elemento central de muchos planteamientos sistémicos es el concepto de “modelos mentales”. Se trata de estructuras cognitivas que nos permiten describir, explicar y predecir el propósito, la función y el estado de un sistema (Rouse & Morris, 1986), pues constituyen generalizaciones que influyen en la forma en la que entendemos y actuamos en el mundo (Senge, 1990)

En este artículo, sostenemos que el enfoque sistémico de modelos mentales puede ayudarnos a analizar y comprender los procesos que afectan a la toma de decisiones en los proyectos, así como sus consecuencias, que a su vez condicionan nuevas decisiones. Para ello analizamos un proyecto real, con un presupuesto cercano a los 2 millones de euros, realizado por una PYME de la región de Castilla y León (España). Se realizaron entrevistas a todos los integrantes de proyecto, así como a directivos de la empresa, antes y después de la ejecución

del proyecto, con el objeto de descubrir los tipos de complejidad percibida, qué estrategias se emplearon para lidiar con ellas, qué decisiones se tomaron, cómo fueron afectadas por los modelos mentales previos, y qué consecuencias tuvieron.

Esta investigación nos hace reflexionar acerca de cómo los modelos mentales y la información contextual previa afecta a las decisiones que toman los gestores, y cómo la complejidad del proyecto puede conducir a que las decisiones tengan efectos diferentes a los inicialmente planificados. Consecuentemente, la perspectiva sistémica nos aporta una visión complementaria a tener en cuenta para una mejor gestión de proyectos complejos.

El resto de este artículo se estructura de la siguiente manera. En el apartado 2 repasaremos algunos los conceptos sobre complejidad en proyectos necesarios para comprender el enfoque que proponemos. En el apartado 3, abordamos el enfoque sistémico, centrándonos en el modelo de los modelos mentales. Posteriormente, describimos el proyecto objeto de estudio (apartado 4) y procedemos al análisis de este desde la perspectiva sistémica de modelos mentales. Finalizamos con las conclusiones más importantes.

2. Complejidad en proyectos

El diccionario de la Real Academia Española de la Lengua define complejidad como “*cualidad de lo complejo*”, definiendo “*complejo*”, entre otras acepciones, como “*que se compone de diversos elementos*” y “*complicado (enmarañado, difícil)*”. El término complejidad ha sido utilizado en multitud de ámbitos científicos y tecnológicos, variando su concepto en matices dependiendo del campo de aplicación. En el ámbito de los sistemas socioeconómicos, el concepto de complejidad lleva asociado variabilidad y heterogeneidad, relaciones no lineales, incertidumbre y efectos en cascada (Helbing D., 2009)

Baccarini (1996) define complejidad de proyectos señalando “*...que consta de muchas partes interrelacionadas y puede ser operacionalizado en términos de diferenciación e interdependencia*”. Se han dado muchas otras definiciones de complejidad de proyectos, concluyendo que el concepto de complejidad en proyectos está en línea con el concepto general de complejidad de un sistema, tal como fue propuesto por Simon (1991): “*compuesto por un gran número de partes que interactúan de forma no simple. En estos sistemas, el todo es más que la suma de las partes, no en un sentido último y metafísico, sino en el importante sentido pragmático de que, dadas las propiedades de las partes y las leyes de su interacción, no es una cuestión trivial deducir las propiedades del todo*”.

Existen muchos trabajos caracterizando los distintos tipos de complejidad que pueden darse en un proyecto. Williams (1999) distingue entre complejidad estructural e incertidumbre. La primera está relacionada con el número y heterogeneidad de los distintos elementos que intervienen en el proyecto (entregables, partes interesadas, actividades, socios, estructuras de desagregación, tamaño, etc.), así como la interdependencia entre ellos. Dentro de la complejidad estructural, Baccarini (1996) diferencia entre organizacional (heterogeneidad de estructuras organizativas, jerarquías, líneas de poder, etc.) y tecnológica (número de tecnologías distintas, grado de experiencia, etc.). Turner & Cochrane (1993) diferencian entre incertidumbre en los objetivos e incertidumbre en los métodos, dependiendo de si éstos están bien o mal definidos.

Podemos encontrar artículos que recogen y sintetizan el estado del arte reciente, como es el caso de Maylor et al. (2013), San Cristóbal et al. (2018) o Morcov et al. (2020), y que permiten hacernos una idea de los planteamientos más aceptados por la comunidad investigadora.

Geraldi et al. (2011) presentan una clasificación que ha sido el origen de muchos otros trabajos y tipologías de complejidad de proyecto. En concreto, consideran, en función de la literatura previa, 5 dimensiones de complejidad:

- **Estructural**, que se refiere a variedad (de tecnologías, de *stakeholders*, etc.) y heterogeneidad, tamaño del proyecto, número de elementos diferentes y sus interrelaciones;
- **Incertidumbre**, es decir, falta de conocimiento sobre el futuro, que incluye la incertidumbre sobre objetivos y métodos;
- **Dinámica**, asociada al cambio de las variables y elementos en el tiempo.
- **Ritmo** de trabajo, relacionado con la presión por cumplir plazos exigentes.
- **Sociopolítica**, que incluye factores humanos, conflictos de interés, corrientes de poder, etc.

Posteriormente, Maylor et al. (2013) simplifican esta clasificación para utilizar 3 dimensiones de complejidad:

- **Estructural**: Fusiona las dimensiones estructural y ritmo de trabajo de Geraldi et al. (2011). Por tanto, aúna aspectos relacionados con la heterogeneidad, variedad, interrelaciones y presión por cumplir plazos exigentes.
- **Sociopolítica**: similar a la definición de Geraldi.
- **Emergente**: es la complejidad derivada del cambio y la incertidumbre. Es decir, unifica las complejidades dinámicas y de incertidumbre del esquema de Geraldi et al. (2011).

Esta última clasificación más simplificada, se ha utilizado como esquema conceptual para numerosos trabajos empíricos. Así, partiendo de más de 1000 entrevistas, Maylor & Turner (2017) clasifican las estrategias y acciones que los equipos de proyecto utilizan para gestionar la complejidad.

Distinguen 3 tipos de estrategias: planificación y control, desarrollo de relaciones y flexibilidad. Considerando estos 3 tipos de estrategias y los 3 tipos de complejidad (estructural, sociopolítica y emergente), obtienen una matriz 3x3 donde situar 9 posibles categorías de estrategias. Comprueban que las estrategias mayoritariamente utilizadas se sitúan en la diagonal, es decir, para reducir y gestionar la complejidad estructural se utilizan principalmente estrategias de planificación y control, las relaciones sociales se emplean para la complejidad sociopolítica, y la flexibilidad es la forma de aproximarse a la complejidad emergente.

3. Pensamiento sistémico y modelos mentales

Según Kapsali (2011), muchos estándares y metodologías tradicionales tienen a concebir el proyecto como “*una isla, con fronteras estáticas y conocidas*”, y enfatizan la planificación bajo incertidumbre y el control (Turner, 2000). De ahí la multitud de estructuras de desagregación (del trabajo, de la organización, de riesgos, etc.) que tratan de descomponer el problema en partes más pequeñas e independientes (Pajares et al., 2021).

La visión holística y en énfasis en las interacciones entre elementos de un sistema permite que el pensamiento sistémico pueda ofrecer un enfoque de dirección de proyectos complementario al utilizado por la “*dirección de proyectos clásica*”. Permite focalizar esfuerzos en identificar relaciones causales, interacciones entre elementos, comprender los fenómenos emergentes derivados de dichas interacciones, e incorporar de forma natural distintos aspectos del comportamiento humano.

Dentro del enfoque sistémico, las aportaciones principales a la dirección de proyectos han venido de la mano de la Dinámica de Sistemas y la Cibernética Organizacional.

La aplicación de la Dinámica de Sistemas de Forrester (1961) a la dirección de proyectos se remonta a la década de los 80 del siglo XX (Rodrigues & Bowers, 1996). Desde entonces, se han propuesto multitud de modelos de dinámica de sistemas, fundamentalmente para (Lyneis & Ford, 2020):

- Modelar ciclos de retrabajo. Se produce un *efecto dominó*, en el que, para compensar retrasos iniciales detectados, se responde con una mayor carga de trabajo, que se traduce en más errores y más retrabajo.
- El efecto de cambios en el alcance que activan ciclos de retrabajo y nuevos retrasos
- Consecuencias de decisiones del cliente y de pérdida de confianza.

También existen contribuciones de la Cibernética Organizacional en general, y en particular del Modelo de Sistemas Viabiles de Beer (1984) o extensiones del mismo como las de Ríos (2010) o Perez-Rios, (2012), con, por ejemplo, aplicaciones a proyectos de software (Ríos, 2009; Regaliza, 2014), o análisis de megaproyectos (Britton & Parker, 1993).

Un elemento fundamental en los planteamientos sistémicos es el concepto de **“modelo mental”**. Se trata de generalizaciones (e imágenes) que influyen en la forma en que entendemos y actuamos en el mundo (Senge, 1990). El pensamiento sistémico revela que, con objeto de tomar decisiones de gestión, los directivos de las organizaciones interactúan con la realidad a través de modelos mentales (Forrester, 1961; Sterman, 2001; Daniel & Daniel, 2018), de forma que las decisiones tomadas están ampliamente influenciadas por el modelo mental subyacente.

Los modelos mentales son parte esencial del denominado *Modelo Iceberg*, modelo recurrente en los enfoques sistémicos (figura 1). Los eventos y patrones de comportamiento que podemos observar están causados por estructuras sistémicas, que a su vez hunden sus raíces en los modelos mentales. Ejemplos de estructuras sistémicas son: las jerarquías organizativas y sociales, fuerzas de poder, las normas, procedimientos y las autoridades; también lo son la cultura corporativa y los incentivos, etc. Ejemplos de modelos mentales son la cultura, valores y relaciones causa-efecto asumidas (Monat & Gannon, 2015).

Tanto las estructuras sistémicas como los modelos mentales suelen estar *ocultos*, dificultando así el entendimiento de por qué se producen los eventos y patrones de comportamiento observados. Según los sistemistas, si realmente queremos comprender los comportamientos, debemos primero identificar y entender las estructuras sistémicas y los modelos mentales subyacentes (Monat & Gannon, 2015). De hecho, un concepto fundamental es que diferentes personas con la misma estructura producirán resultados similares. Por ello, es habitual que los investigadores sistémicos utilicen los modelos mentales como herramienta para conseguir un mejor entendimiento de los sistemas dinámicos complejos, y así poder mejorar su gestión (Doyle & Ford, 1998).

Por otra parte, sistemistas estudiosos de la complejidad como Schindwein & Ison (2004) distinguen dos conceptos de complejidad: descriptiva y percibida. La primera considera que la complejidad es una propiedad intrínseca del sistema, que se puede medir y cuantificar. Por su parte, la complejidad percibida se considera como algo subjetivo, ya que la complejidad de un sistema se entiende a través de la percepción de un observador. Esta distinción se ha llevado también al análisis de la complejidad de proyectos, por autores como Vidal & Marle (2008) o en los planteamientos de Maylor et al. (2013) citados anteriormente.

La idea de complejidad percibida está íntimamente relacionada con el concepto de modelo mental. Los modelos mentales del director/a y equipo de proyecto sobre la dirección de proyectos en general, y sobre el proyecto concreto, influyen cómo se percibe la complejidad de este. Y esta complejidad percibida condiciona entonces el tipo de respuestas, es decir, las decisiones de gestión que se tomarán. En este sentido, Maylor & Turner (2017) van un paso más allá, al afirmar que la relación entre complejidad percibida y respuestas es de doble vía, pues el efecto de estas últimas también afecta a la complejidad percibida.

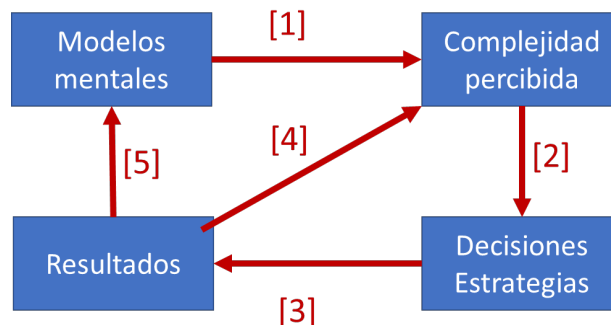
Figura 1. El Iceberg del Pensamiento Sistémico. Elaborado a partir de (Monat & Gannon, 2015).



Esto es así porque los resultados de estas decisiones son procesados, y afectan a la complejidad percibida, y entendemos que, a largo, plazo, también condiciona los modelos mentales (figura 2). Es esta figura, cabe destacar que las relaciones [4] y [5] suelen tener lugar a corto y largo plazo respectivamente.

Resulta, a nuestro juicio, muy enriquecedor, el estudio de Mikkelsen (2021), quien realiza más de 1000 entrevistas a personas involucradas en distintos roles de proyecto y para distintos sectores. Una conclusión relevante es que los modelos mentales que afectan a la complejidad de los proyectos dependen mucho más de rol de la persona que del sector en el que se desarrolla el proyecto. Así, comprueban que la alta dirección (CEO, primera línea de dirección) perciben una mayor complejidad sociopolítica y poca estructural, y tienden a lamentarse de la inexperiencia de los directores de proyecto. Por su parte, los cargos intermedios (directores de programas, responsables de PMO) tienen una percepción contraria a los anteriores, con alta sensibilidad a la complejidad estructural y baja a la sociopolítica.

Figura 2. Relaciones entre modelos mentales y resultados



Por último, los directores de programas y proyectos tienen modelos mentales que asocian complejidad con incertidumbre en los objetivos y medios, ambigüedad y dificultades de control, es decir, exhiben una mayor sensibilidad hacia la complejidad emergente.

4. Análisis de un proyecto real

4.1 Características del proyecto y contexto de la investigación

Para estudiar cómo los modelos mentales afectan a la percepción de la complejidad y a las decisiones que toman las personas involucradas en la gestión del proyecto, analizamos un caso real de un proyecto de I+D tecnológico ejecutado por una mediana empresa situada en la Comunidad Autónoma de Castilla y León.

La empresa, líder en fabricación de equipos industriales de procesado por altas presiones, desea expresamente que su nombre se mantenga confidencial. El proyecto analizado tiene como objetivo el diseño y construcción de un prototipo de un banco de ensayos de alta presión-gas-temperatura (PGT) con prestaciones tecnológicas superiores a las existentes en el mercado, usando tecnologías HIP (*Hot Isostatic Pressing*). Se trata, por tanto, de un proyecto de I+D que, si finaliza con éxito, permitirá que la empresa pueda abrir nuevas líneas de negocio para vender sus productos a sectores distintos a los actuales. El proyecto tiene un presupuesto cercano a los 2 millones de euros, y recibe financiación del Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER). El equipo de proyecto cuenta con 16 personas, y participan además de la empresa, 2 universidades, 2 centros tecnológicos y una empresa externa.

Se hicieron entrevistas a todo el equipo de proyecto y a los directivos funcionales más relevantes, incluido el director general de la compañía. Hubo 2 rondas de entrevistas semiestructuradas: antes de comenzar el proyecto y tras su finalización. Se utilizó el software NVivo para procesar las respuestas.

En relación con este proyecto, el trabajo realizado por nuestro grupo de investigación consta de 2 fases independientes. En la primera, se trató de determinar cómo influía en la complejidad percibida el haber recibido una financiación de fondos FEDER, situación que obligaba a una serie de cambios muy relevantes en los procesos implementados en la empresa. En una segunda fase, nos hemos centrado en analizar cómo afectan los modelos mentales en la complejidad percibida, y consecuentemente, en la toma de decisiones y sus consecuencias.

Los trabajos de la primera fase fueron publicados en González-Varona et al. (2023), y los resultados de la segunda son precisamente el objeto de este artículo.

La primera fase pone de manifiesto que se perciben los 3 tipos de complejidad recogidas en el esquema de Maylor et al. (2013):

- Estructural (ES), debida fundamentalmente a la inamovilidad de la fecha de finalización del proyecto, restricción impuesta por la Comisión Europea (fondos FEDER).
- Sociopolítica (SP): necesidad de mayor coordinación entre departamentos técnicos y administrativos, con el fin de satisfacer las normas de los fondos FEDER
- Emergente (EM): además de la habitual complejidad derivada de la incertidumbre tecnológica (proyecto de I+D), el proyecto requiere cambios sustantivos en los procesos de la compañía, afectando incluso a la forma de trabajar con los proveedores habituales.

En todos los tipos, la complejidad percibida antes del proyecto es muy superior a la percibida tras su finalización. En ambas situaciones, la mayor complejidad percibida es la emergente, seguida de la estructural, situándose la sociopolítica en último lugar.

El proyecto finalizó con éxito y cumplió con la fecha límite, aunque se produjeron retrasos parciales durante todo el proyecto (posiblemente por una planificación inicial poco realista), lo que provocó un aumento significativo del nivel de estrés, que conllevó también conflictos, sobre todo entre los departamentos técnicos y administrativos.

4.2 Modelos mentales, complejidad percibida y toma de decisiones

El objetivo de la segunda fase de la investigación es indagar acerca de las relaciones entre modelos mentales, complejidad percibida y toma de decisiones en el proyecto. Se volvieron analizar las entrevistas poniendo el foco en estas relaciones, y se realizó el trabajo adicional pertinente con nuevas conversaciones con directivos y miembros del equipo del proyecto, con el fin de recabar toda la información necesaria.

En la tabla 1 se resumen los resultados del análisis, que sintetiza, para los distintos roles/puesto de trabajo, los factores que describen sus modelos mentales, cómo afectan a la complejidad percibida, qué decisiones se toman para gestionarla y resultado obtenido.

Primeramente, se examinaron aspectos que permitiesen indagar acerca de los modelos mentales subyacentes. Analizamos la formación y la trayectoria profesional de los distintos participantes, indagando sobre formas de abordar los problemas y las decisiones tomadas en el pasado, así como la percepción subjetiva del resultado de dichas decisiones.

Posteriormente, procedimos a preguntar sobre aspectos de la personalidad relacionados con su rol en el proyecto, como cuestiones sobre cómo definían su estilo de liderazgo, su implicación en el proyecto, la concepción de las relaciones laborales, etc. El formato de entrevista semiestructurada potenció la fluidez de la relación entrevistador-entrevistado, favoreciendo el poder profundizar en estas cuestiones.

Toda esta información se relacionó con los distintos tipos de complejidad percibida en la primera ronda de entrevistas (abordada en González-Varona et al. (2023)), y con las decisiones realizadas para gestionar cada uno de los tipos de complejidad a lo largo del ciclo de vida del proyecto. Finalmente, tras la finalización del proyecto, se analizaron los resultados que dichas decisiones provocaron.

Profundizamos a continuación en las relaciones más relevantes para los distintos roles dentro del proyecto.

El **director general** es el fundador de la empresa y tiene una marcada personalidad emprendedora, motivándole los retos exigentes. Con formación en ingeniería, confía totalmente en las capacidades de sus técnicos. Quizás por ello, no percibe inicialmente la complejidad emergente derivada de la dificultad técnica del proyecto, por lo que no toma ninguna medida, lo que probablemente esté relacionado con los retrasos que se producen a lo largo de todo el proyecto. Sí que percibe el aumento de la carga administrativa que conlleva satisfacer los requisitos FEDER, y refuerza los departamentos administrativos. Sin embargo, no se actúa suficientemente ante la complejidad sociopolítica que conlleva la coordinación entre departamentos, lo que da lugar a tensiones entre los mismos.

El **director del proyecto** procede del área de calidad y recientemente ha comenzado a llevar funciones de dirección de proyecto. Es consciente de la dificultad tecnológica del proyecto (emergente), y para compensarla, se apoya en proveedores y socios, y asiste a congresos sobre la tecnología. Pero no está preocupado suficientemente por los plazos, lo que puede explicar los retrasos durante la ejecución. Aunque es consciente de la carga administrativa del proyecto, concibe esta como complejidad estructural, y no sociopolítica, lo que se traduce en una serie de conflictos entre departamentos.

El **director de I+D** tiene un marcado perfil técnico. Percibe alta complejidad técnica, y por ello promueve actividades de formación y acude a los socios del proyecto cuando hay dificultades. Todas estas medidas tienden a reducir la complejidad emergente.

Tabla 1. Análisis de modelos, complejidad percibida, decisiones y resultados

Puesto	Modelos	Complejidad percibida	Decisiones	Resultado
Dir. General	Carácter emprendedor	Carga administrativa (ES)	Refuerza depto. Admón I+D	Adecuado
	Le gustan los retos	NO percibe dificultad técnica (EM)	No hace nada	Retrasos
	Confianza en capacidades y compromiso de las personas	Necesidad de coordinación entre departamentos técnicos y Admón I+D (SP)	No hace nada Confía en las relaciones	Tensiones
Dir. Proyecto	Mentalidad de Ingeniero (NO, DP)	Dificultad Tecnológica (EM)	Se apoya en proveedores y socios. Congresos y ferias	Reduce complejidad
	No se siente único responsable (DP e D. I+D)		Planificación y control	
		No está preocupado por plazos (ES)	No hace gestión de riesgos (proveedores, holguras)	Retrasos
		Carga administrativa (ES, NO SP)	Confía en relaciones	Conflictos
Dir. I+D	El papeleo <i>no es cosa suya</i>	Complejidad Tecnológica (EM)	Formación, contactos	Reduce complejidad
Dir. Admón I+D	Perfeccionista No confía en DP	Presión por plazos (ES)		Tensiones
Equipos	Buen ambiente de trabajo	Presión por plazos (ES) Complejidad Tecnológica. (EM)		Estrés

La **directora de administración del área de I+D** tiene también una sólida formación técnica. Percibe la complejidad derivada por los plazos y el aumento de la carga de trabajo, pero lo entiende como una complejidad exclusivamente estructural, no percibiendo la complejidad sociopolítica asociada, lo que puede explicar las tensiones interdepartamentales que se produjeron durante el proyecto.

En análisis sobre este proyecto debe hacernos reflexionar no solo sobre la importancia de la complejidad percibida sino también sobre la complejidad intrínseca al proyecto pero que no es percibida por sus gestores. Si el equipo de proyecto hubiese sido más sensible a la dificultad para cumplir los plazos exigentes, posiblemente hubieran incidido en una planificación más exhaustiva, con un análisis y control de riesgos más serios. De la misma forma, no se percibió la componente sociopolítica (si la estructural) de la sobrecarga de trabajo y la complejidad administrativa, lo que produjo tensiones y malestar entre departamentos que se tradujeron en retrasos.

5. Conclusiones

Este trabajo se enmarca en una línea de investigación que tiene por objeto explorar en qué medida una disciplina como el pensamiento sistémico puede aportar una perspectiva complementaria que permita mejorar la gestión de la complejidad de los proyectos. En este artículo en concreto, nos hemos focalizado en el papel de los modelos mentales y la complejidad percibida, y en cómo esto se relaciona con las decisiones tomadas por los gestores de proyectos.

Para ello, hemos utilizado el enfoque sistémico para estudiar un caso real, un proyecto de I+D tecnológico realizado por una mediana empresa, y con un presupuesto cercano a los 2 millones de euros. Una fuente adicional de complejidad viene dada por los requisitos estrictos de plazos, gestión administrativa y cambio de procesos que son necesarios contemplar al haber recibido financiación por parte de la Comisión Europea, dentro de los fondos FEDER.

El análisis nos muestra que los modelos mentales previos afectan a cómo los participantes en el proyecto perciben su complejidad, y en base a ella, toman distintas decisiones para reducir su impacto. El fruto de alguna de estas decisiones no es el esperado, en parte porque la complejidad percibida no cubre la amplitud de la complejidad “real” del proyecto. De hecho, hemos podido entender la importancia de la complejidad “no percibida” pues al no ser conscientes de su existencia, el equipo de dirección del proyecto no toma las decisiones necesarias para gestionarla.

A pesar de la innovación de los resultados, la investigación se encuentra todavía en una fase inicial. Por una parte, debería profundizarse con nuevas entrevistas en distintas relaciones causa-efecto aún no explicadas suficientemente. Por otra, es necesario poder analizar otros proyectos y otras empresas, distintas a las del caso de estudio, para poder validar si el análisis mediante los modelos mentales del pensamiento sistémico puede generalizarse.

6. Referencias

- Baccarini, D. (1996). The concept of project complexity—a review. *International Journal of Project Management*, 14(4), 201–204. [https://doi.org/10.1016/0263-7863\(95\)00093-3](https://doi.org/10.1016/0263-7863(95)00093-3)
- Beer, S. (1984). The viable system model: Its provenance, development, methodology and pathology. *Journal of the Operational Research Society*, 35(1), 7–25. <https://doi.org/10.1057/jors.1984.2>
- Bosch-Rekvelde, M., Bakker, H., & Hertogh, M. (2018). *Comparing Project Complexity across Different Industry Sectors*. <https://doi.org/10.1155/2018/3246508>
- Britton, G. A., & Parker, J. (1993). An Explication of the Viable System Model for Project Management. In *Systems Practice* (Vol. 6, Issue 1).
- Carey, G., Malbon, E., Carey, N., Joyce, A., Crammond, B., & Carey, A. (2015). Systems science and systems thinking for public health: A systematic review of the field. In *BMJ Open* (Vol. 5, Issue 12). <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2015-009002>
- Daniel, P. A., & Daniel, C. (2018). Complexity, uncertainty and mental models: From a paradigm of regulation to a paradigm of emergence in project management. *International Journal of Project Management*, 36(1), 184–197. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2017.07.004>
- Davis, A. C., & Stroink, M. L. (2016). The Relationship between Systems Thinking and the New Ecological Paradigm. *Systems Research and Behavioral Science*, 33(4). <https://doi.org/10.1002/sres.2371>

- Doyle, J. K., & Ford, D. N. (1998). Mental models concepts for system dynamics research. *System Dynamics Review*, 14(1). [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1099-1727\(199821\)14:1<3::AID-SDR140>3.0.CO;2-K](https://doi.org/10.1002/(SICI)1099-1727(199821)14:1<3::AID-SDR140>3.0.CO;2-K)
- Forrester, J. (1961). *Industrial Dynamics*. M.I.T. Press.
- Geraldi, J., Maylor, H., & Williams, T. (2011). Now, let's make it really complex (complicated). *International Journal of Operations & Production Management*, 31(9), 966–990. <https://doi.org/10.1108/01443571111165848>
- González-Varona, J. M., Martín-Cruz, N., Acebes, F., & Pajares, J. (2023). How public funding affects complexity in R&D projects. An analysis of team project perceptions. *Journal of Business Research*, 158, 113672. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2023.113672>
- Helbing D. (2009). Managing Complexity in Socio-Economic Systems. *European Review*, 17(2), 423–438.
- Joseph, N. (2017). Conceptualising a multidimensional model of information communication and technology project complexity. *SA Journal of Information Management*, 19(1), 1–14. <https://doi.org/10.4102/sajim.v19i1.825>
- Kapsali, M. (2011). Systems thinking in innovation project management: A match that works. *International Journal of Project Management*, 29(4). <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2011.01.003>
- Kaufmann, C., & Kock, A. (2022). Does project management matter? The relationship between project management effort, complexity, and profitability. *International Journal of Project Management*, 40(6). <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2022.05.007>
- Kermanshachi, S., Dao, B., Shane, J., & Anderson, S. (2016). An Empirical Study into Identifying Project Complexity Management Strategies. *Procedia Engineering*, 145, 603–610. <https://doi.org/10.1016/J.PROENG.2016.04.050>
- Love, P. E. D., Holt, G. D., Shen, L. Y., Li, H., & Irani, Z. (2002). Using systems dynamics to better understand change and rework in construction project management systems. *International Journal of Project Management*, 20(6), 425–436. [https://doi.org/10.1016/S0263-7863\(01\)00039-4](https://doi.org/10.1016/S0263-7863(01)00039-4)
- Luo, L., He, Q., Xie, J., Yang, D., & Wu, G. (2017). Investigating the Relationship between Project Complexity and Success in Complex Construction Projects. *Journal of Management in Engineering*, 33(2), 04016036. [https://doi.org/10.1061/\(asce\)me.1943-5479.0000471](https://doi.org/10.1061/(asce)me.1943-5479.0000471)
- Luo, L., Zhang, L., & He, Q. (2020). Linking project complexity to project success: a hybrid SEM–FCM method. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 27(9), 2591–2614. <https://doi.org/10.1108/ECAM-05-2019-0241>
- Lyneis, J. M., & Ford, D. N. (2020). System dynamics applied to project management: a survey, assessment, and directions for future research. In B. Dangerfield (Ed.), *System Dynamics. Encyclopedia of Complexity and Systems Science Series*. (Issue 3). Springer. https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-1-4939-8790-0_658
- Maylor, H. R., Turner, N. W., & Murray-Webster, R. (2013). How Hard Can It Be?: Actively Managing Complexity in Technology Projects. *Research-Technology Management*, 56(4), 45–51. <https://doi.org/10.5437/08956308x5602125>
- Maylor, H., & Turner, N. (2017). Understand, reduce, respond: project complexity management theory and practice. *International Journal of Operations and Production Management*, 37(8). <https://doi.org/10.1108/IJOPM-05-2016-0263>

- Mikkelsen, M. F. (2021). Perceived project complexity: a survey among practitioners of project management. *International Journal of Managing Projects in Business*, 14(3), 680–698. <https://doi.org/10.1108/IJMPB-03-2020-0095>
- Mingers, J., & White, L. (2010). A review of the recent contribution of systems thinking to operational research and management science. *European Journal of Operational Research*, 207(3), 1147–1161. <https://doi.org/10.1016/J.EJOR.2009.12.019>
- Monat, J., Amissah, M., & Gannon, T. (2020). Practical applications of systems thinking to business. *Systems*, 8(2). <https://doi.org/10.3390/systems8020014>
- Monat, J. P., & Gannon, T. F. (2015). What is Systems Thinking? A Review of Selected Literature Plus Recommendations. *American Journal of Systems Science*, 4(1).
- Monteiro De Carvalho, M., Patah, L. A., & De Souza Bido, D. (2015). *Project management and its effects on project success: Cross-country and cross-industry comparisons*. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2015.04.004>
- Morcov, S., Pintelon, L., & Kusters, R. (2020). Definitions, characteristics and measures of it project complexity-a systematic literature review. In *International Journal of Information Systems and Project Management* (Vol. 8, Issue 2). <https://doi.org/10.12821/ijispm080201>
- Nguyen, L. D., Le-Hoai, L., Tran, D. Q., Dang, C. N., & Nguyen, C. V. (2019). Effect of project complexity on cost and schedule performance in transportation projects. *Construction Management and Economics*, 37(7). <https://doi.org/10.1080/01446193.2018.1532592>
- Pajares J., Lopez-Paredes A., Acebes F., Poza D., M.-C. N. (2021). Teaching systems thinking to deal with complexity in Project Management. *WoSC 2021. Systems Approach and Cybernetics, Engaging the Future of Mankind Book of Abstracts 18. Congress-World Organisation of Systems and Cybernetics*.
- Pajares, J., Poza, D., Villafañez, F., & López-Paredes, A. (2017). Project Management Methodologies in the Fourth Technological Revolution. In *Lecture Notes in Management and Industrial Engineering* (pp. 121–144). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-55889-9_7
- Perez-Rios, J. (2012). *Design and Diagnosis for Sustainable Organizations: The Viable System Method*. Springer Science & Business Media.
- Regaliza, J. C. P. (2014). Extending the viable system model scope on ICT-sector software projects in Castilla y León. *Kybernetes*, 43(2). <https://doi.org/10.1108/K-09-2013-0199>
- Richmond, B. (1994). Systems thinking/system dynamics: Let's just get on with it. *System Dynamics Review*, 10(2–3). <https://doi.org/10.1002/sdr.4260100204>
- Ríos, J. M. P. (2009). *Proyecto software y cibernética organizacional: validación empírica del modelo de Sistemas Viables sobre proyectos software del sector TIC en Castilla y León*. University of Valladolid.
- Ríos, J. P. (2010). Models of organizational cybernetics for diagnosis and design. *Kybernetes*, 39(9), 1529–1550. <https://doi.org/10.1108/03684921011081150>
- Rodrigues, A., & Bowers, J. (1996). The role of system dynamics in project management. *International Journal of Project Management*, 14(4), 213–220. [https://doi.org/10.1016/0263-7863\(95\)00075-5](https://doi.org/10.1016/0263-7863(95)00075-5)
- Rouse, W. B., & Morris, N. M. (1986). On looking into the black box: Prospects and limits in the search for mental models. *Psychological Bulletin*, 100(3). <https://doi.org/10.1037//0033-2909.100.3.349>

- San Cristóbal, J. R., Carral, L., Diaz, E., Fraguera, J. A., & Iglesias, G. (2018). Complexity and project management: A general overview. *Complexity*, 2018. <https://doi.org/10.1155/2018/4891286>
- Schmindwein, S. L., & Ison, R. (2004). Human Knowing and Perceived Complexity: Implications for Systems Practice. *Emergence: Complexity & Organization*, 6(3).
- Senge, P. M. (1990). *The Fifth Discipline, the art & Practice of the Learning Organization*. Random House Business Books, London.
- Simon, H. A. (1991). The Architecture of Complexity BT - Facets of Systems Science. In *Facets of Systems Science*.
- Sterman, J. (2002). System dynamics modeling for project management. In *Projects and profits, Vol. II, pp. 46-50*.
- Sterman, J. D. (2001). System dynamics modeling: Tools for learning in a complex world. In *California Management Review* (Issue 4). <https://doi.org/10.2307/41166098>
- Turner, J. R. (2000). Do you manage work, deliverables or resources? *International Journal of Project Management*, 18(2), 83–84. [https://doi.org/10.1016/S0263-7863\(99\)00059-9](https://doi.org/10.1016/S0263-7863(99)00059-9)
- Turner, J. R. R., & Cochrane, R. A. R. a. (1993). Goals-and-methods matrix: coping with projects with ill defined goals and/or methods of achieving them. *International Journal of Project Management*, 11(2), 93–102. [https://doi.org/10.1016/0263-7863\(93\)90017-H](https://doi.org/10.1016/0263-7863(93)90017-H)
- Verga Matos, P., Romão, M., Miranda Sarmiento, J., & Abaladas, A. (2019). The adoption of project management methodologies and tools by NGOs: A mixed methods perspective. *Journal of Business Research*, 101. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.01.067>
- Vidal, L., & Marle, F. (2008). Understanding project complexity: implications on project management. *Kybernetes*, 37(8), 1094–1110. <https://doi.org/10.1108/03684920810884928>
- Williams, A., Kennedy, S., Philipp, F., & Whiteman, G. (2017). Systems thinking: A review of sustainability management research. In *Journal of Cleaner Production* (Vol. 148). <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.02.002>
- Williams, T., Ackermann, F., & Eden, C. (2003). Structuring a delay and disruption claim: An application of cause-mapping and system dynamics. *European Journal of Operational Research*, 148(1), 192–204. [https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(02\)00372-7](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(02)00372-7)
- Williams, T. M. (1999). The need for new paradigms for complex projects. *International Journal of Project Management*, 17(5), 269–273.
- Yasmin, M., & Peter, A. (2011). Complexity and Systems Thinking. In P. Allen, S. Maguire, & B. McKelvey (Eds.), *The Sage Handbook of Complexity and Management* (pp. 30–52). SAGE Publications Ltd. <https://doi.org/10.4135/9781446201084.n2>

**Comunicación alineada con los Objetivos
de Desarrollo Sostenible**

