



DEL ANÁLISIS DE COMPLEJIDAD A LA GESTIÓN DE RIESGOS EN PROYECTOS

FROM COMPLEXITY ANALYSIS TO PROJECT RISK MANAGEMENT

DA ANÁLISE DE COMPLEXIDADE À GESTÃO DE RISCOS EM PROJETOS

DOI: rces.v23n34.a7

Recibido: 01/04/2015

Aprobado: 01/10/2015

Gustavo Cañas Mejía

Consultor Sr. Impulso Vertical. Gerente. Especialista en Gerencia. Universidad Pontificia Bolivariana. Project Management Professional. Envigado, Colombia.
Correo electrónico: gcanasm@impulsovertical.com

DEL ANÁLISIS DE COMPLEJIDAD A LA GESTIÓN DE RIESGOS EN PROYECTOS

Palabras clave

Complejidad, riesgos, incertidumbre,
gestión de proyectos

Resumen

Identificar claramente la complejidad de un proyecto impactaría tanto su gestión que produciría un cambio importante en la manera en que este debe ser dirigido. Es así como el desarrollo de un proyecto podría variar desde la estabilidad y la predictibilidad hasta la inestabilidad y el fracaso. La búsqueda permanente de competitividad, de eficiencia, de velocidad impulsa a las organizaciones a predecir el nivel de esfuerzo que debe ser dedicado a la gestión de uno u otro tipo de proyectos, así como a establecer metodologías de evaluación de factores y decisiones sobre bases consistentes y objetivas.

Existen muchas orientaciones para establecer confiablemente la complejidad de un proyecto, pero debido a lo que podría llamarse el *principio de incertidumbre del análisis de complejidad* la manera misma en que se defina el análisis puede conducir a evaluaciones imprecisas que no soportan las decisiones adecuadamente. Para realizar el análisis uno de los primeros pasos es comprender las causas de la complejidad en los proyectos, y para eso se pueden agrupar en varias categorías. El Project Management Institute propone un esquema alineado con la gestión de programas y proyectos, que establece un importante punto de partida.

Existen múltiples áreas de la gestión de proyectos que parten del análisis de la complejidad; una de las más importantes es la gestión de riesgos.

CLASIFICACIÓN JEL: D81, O21, O22

FROM COMPLEXITY ANALYSIS TO PROJECT RISK MANAGEMENT

Key Words

Complexity, risks, uncertainty, project management.

Abstract

Being able to clearly identify the complexity of a project would impact its management in such a way so as to generate important change in how it should be directed. The development of a project could vary from stability and predictability to instability and failure. The constant search for competitiveness, efficiency, and speed drives organizations to predict the amount of effort invested in the management of certain types of projects as well to establish methods to evaluate factors and decisions using consistent and objective bases.

Though there are numerous ways of determining the complexity of a project due to what can be called "the principle of complexity analysis uncertainty", the very way analysis is defined could lead to imprecise evaluations that do not adequately support decisions. In order to conduct analysis, one of the first steps involves understanding the causes of complexity in the projects, for which they can be grouped in various categories. The Project Management Institute proposes a structure that is aligned with program and project management, which establishes an important starting point.

There are various areas of project management that begin with complexity analysis; one of the most important areas is risk management.

DA ANÁLISE DE COMPLEXIDADE À GESTÃO DE RISCOS EM PROJETOS

Resumo

Poder identificar claramente a complexidade de um projeto impactaria tanto na sua gestão que produziria uma mudança importante na maneira como este deve ser dirigido. É assim como o desenvolvimento de um projeto poderia variar desde a estabilidade e previsibilidade até a instabilidade e o fracasso. A busca permanente de competitividade, de eficiência, de velocidade, impulsiona às organizações a prever o nível de esforço que deve ser dedicado à gestão de um ou outro tipo de projetos assim como a estabelecer metodologias de avaliação de fatores e decisões sobre bases consistentes e objetivas.

Existem muitas orientações da maneira como estabelecer confiavelmente a complexidade de um projeto mas devido ao que poderia chamar-se o “princípio de incertezas da análise de complexidade” a maneira em si como se defina a análise pode conduzir a avaliações imprecisas que não suportam as decisões adequadamente. Para realizar a análise um dos primeiros passos é compreender as causas da complexidade nos projetos e para isto se pode agrupar em várias categorias. O Project Management Institute propõe um esquema alinhado à gestão de programas e projetos que estabelece um importante ponto de partida. Existem múltiplas áreas da gestão de projetos que partem da análise de complexidade; uma das mais importantes é a gestão de riscos.

Palavras-chave

Complexidade, Riscos, Incerteza,
Gestão de Projetos.

I. Introducción

“Alejarse de los riesgos no es una posición ganadora. Si el proyecto no representa riesgos, no lo haga” (Demarco, 2003, p.7).

Los desarrollos sobre la gestión de riesgos en proyectos tienen como base teórica el manejo de la incertidumbre, de la probabilidad de ocurrencia, del impacto generado por la materialización de un riesgo.

Este trabajo presenta una base conceptual sobre la relación entre la complejidad y los elementos que generan la aparición de los riesgos en los proyectos, sobre el impacto de las diferentes visiones o metodologías de análisis y sobre la fundamentación de la imperativa necesidad de realizar una gestión de riesgos en todos los proyectos, como una base para una adecuada planeación.

Algunos proyectos pueden describirse como sistemas simples. Para ellos el resultado puede basarse en el control predeterminado (Pollack, 2007). En este caso la gestión del proyecto, sus procedimientos, herramientas y técnicas son muy eficientes. Cuando el proyecto o sus partes presentan características complejas no es posible predecir completamente el resultado, se requieren acercamientos basados en la teoría de los sistemas complejos.

2. Complejidad e incertidumbre

Para entender el significado de la palabra *complejo* es necesario diferenciar lo *complejo* de lo *complicado*, palabras que en ocasiones se utilizan aleatoriamente. Un sistema complejo es un conjunto de elementos que están relacionados e interactúan; es decir, que se correlacionan unos con otros y además responden al entorno (Hayek, 1967). Las características propias, la diversidad de la información

y de su conocimiento constituyen la heterogeneidad del sistema y, adicionalmente, sufren procesos de intercambio de manera continua.

En un sistema complejo no existe un control central o una unidad de procesamiento única. La dinámica del sistema responde a elementos que no provienen de una entidad central. Un sistema es complicado cuando se requiere de una importante cantidad de información y de un análisis para entenderlo y gestionarlo, pero todo su procesamiento se basa en una unidad central, en un ente de gestión de la información. Un vehículo es un sistema complicado, un computador es un sistema complicado, pero el cuerpo humano es un sistema complejo; la economía, el tráfico son ejemplos de sistemas complejos.

Es importante considerar que los proyectos tienen características que interactúan entre sí:

- La intervención de equipos multidisciplinarios de trabajo, de patrocinadores y directivos funcionales.
- La participación de interesados directos e indirectos, personas, instituciones y entidades.
- El uso de organismos de control internos y externos.
- Las fuentes múltiples de generación de necesidades, requerimientos, condicionamientos, esfuerzos y restricciones.

Es posible asegurar que los proyectos poseen una gran similitud y deben ser manejados como sistemas complejos. Este concepto se desarrollará en el siguiente capítulo, al examinar con más detalle las características de un sistema complejo.

3. Elementos de un sistema complejo

Un sistema complejo tiene como características fundamentales la heterogeneidad o la diversidad que gobiernan

la interacción que se enmarca en reglas simples de comportamiento entre los elementos. La gobernabilidad de los proyectos persigue precisamente la creación de reglas simples de comportamiento e interacción de los elementos, que conduzcan a un comportamiento requerido para generar los resultados esperados del proyecto.

La gobernabilidad contiene, entre otros elementos, la definición metodológica de la gestión de proyectos, la definición de los mecanismos de control, las comunicaciones y la regulación de los proyectos, la definición de la estructura que dicta los lineamientos generales de comportamiento en lo que se refiere a la gestión de proyectos, los indicadores para la evaluación de la gestión, la gestión de los recursos necesarios para la ejecución de los proyectos, el apoyo y el soporte a la administración y la gestión de desarrollo profesional de los directores y gerentes de proyecto.

4. Caso especial: el sistema social

“El sistema económico social es un sistema superior debido a que tiene en cuenta o incorpora información y conocimiento amplios y dispersos sobre la sociedad y la economía sin necesidad de un control central; pero es complejo debido a que toda la información que describe el estado actual, instantáneo del sistema no puede ser recopilada en un punto central” (Hayek, 1967, p.332). Es importante entender que, de manera similar, en un proyecto la información real, instantánea del estado de todos sus elementos no puede ser recopilada en un punto central. Si bien existe un sistema de gestión de información del proyecto PMIS (Project Management Information System), la multiplicidad de elementos, interacciones y conexiones no permite que se dé sino por medio de cortes que intentan “congelar” el estado del proyecto, pretender conocer el estado actual, aunque realmente estamos hablando de un estado pasado, histórico del proyecto. Esto valida la necesidad de crear una estructura interior clara del gobierno de los proyectos, que

a través de la fragmentación en partes menores permita disminuir la desviación del conocimiento entre el estado real y la información recopilada, llamada *conocimiento tácito* (Hayek, 1967). Es también en este punto donde la tecnología de las redes de comunicación y el *software* colaborativo aportan grandes beneficios para agilizar los procesos de comunicación y disminuir la brecha entre el estado real del proyecto y la información generada por los procesos de reportes de estado.

Al igual que un sistema económico, los proyectos se adaptan a los cambios continuos y se exponen a ellos. Si consideramos que un proyecto tiene las características de un sistema complejo inferior, que se destaca por la planeación central, estaríamos desconociendo que no es posible hacer uso de toda la información y de los conocimientos dispersos en los proyectos.

“La reglas, normas, convenciones, la ética y el sistema legal crean un marco de trabajo para la interacción humana, que ha surgido y evoluciona producto de la misma interacción, el sistema de gobierno es resultado de esta interacción” (Hoogduin, 2014).

Dos aspectos que diferencian a los proyectos de los sistemas complejos tienen que ver con que estos últimos poseen una dinámica evolutiva en flujo constante y no poseen un aparente punto de equilibrio o fin, sino que son de extremo abierto. El hecho de que un sistema complejo sea de extremo abierto, lo que es propio del comportamiento de los sistemas humanos, introduce el factor de incertidumbre sobre el estado futuro del sistema. En los proyectos una inadecuada gestión de riesgos traerá como resultado el incremento de la incertidumbre en los comportamientos futuros, y generará una desviación de los objetivos o resultados esperados. Este es también el origen de los planes de mitigación como respuesta a la severidad de los riesgos. En el desarrollo de los planes para evitar riesgos quedan riesgos remanentes, residuales y se introducen nuevos riesgos, lo que implica que debe repetirse el ciclo de los procesos de

identificación, análisis y desarrollo de planes de respuesta, hasta que la clasificación de los riesgos produzca una matriz en la que el número de proyectos de alta probabilidad e impacto sea adecuado según el nivel de tolerancia al riesgo de la organización.

Mientras que en un sistema complejo la incertidumbre produce cambios, innovación y adaptación, en los proyectos la materialización de los riesgos activa planes de emergencia y produce cambios que le permitirán al proyecto, a través de un adecuado manejo de los cambios, adaptarse a las nuevas condiciones y seguir en la búsqueda de los objetivos.

Al estudiar la complejidad de los sistemas sociales los investigadores de la ciencia social influyen sobre el comportamiento y el funcionamiento del sistema (Hoogduin, 2014). La ciencia social misma se adapta y responde a las cambiantes circunstancias que ha encontrado y encontrará en los sistemas complejos. La ciencia social misma es un proceso evolutivo en el que emergen nuevos patrones y nuevos temas de investigación; de igual manera, el estudio de la administración de proyectos introduce modificaciones sobre los proyectos, en la búsqueda de un sistema de menor incertidumbre y con mejores patrones de comportamiento.

5. Paralelo de las características comunes de los sistemas complejos y los proyectos

A continuación se presenta un paralelo entre algunas de las características de los sistemas complejos y los proyectos.

5.1. Comportamiento emergente y orden espontáneo

Un sistema complejo tiene un comportamiento emergente, lo que significa que el todo es superior a la suma de las

partes del sistema (Morris, 2013). El comportamiento de un sistema complejo no puede derivarse simplemente de la adición de los comportamientos de los individuos del sistema. La predictibilidad total es imposible en sistemas complejos pero sus patrones sí pueden estudiarse y analizarse, y en algunos casos se puede predecir su formación. En el paralelo con los proyectos el trabajo integrado de los esfuerzos de los distintos frentes de los equipos de trabajo hace que el resultado sea superior a la adición de los resultados individuales. Esto se hace evidente en la mayoría de los procesos de proyectos que requieren técnicas de incorporación de conceptos multidisciplinarios y desde diferentes puntos de vista. El juicio de expertos es una técnica ampliamente recomendada en la Guía para los Fundamentos de la Gestión de Proyecto (PMBOK® Project Management Body of Knowledge, 2013). Más adelante se precisará por qué y cómo se relaciona el juicio de expertos como herramienta de gestión de proyectos y, de otro lado, como una de las alternativas indicadas en la teoría de complejidad que permiten lidiar con la incertidumbre.

5.2. Principio del mundo pequeño

Muchos sistemas complejos forman una red interconectada y hay un número limitado de conexiones o enlaces entre un elemento y cualquier otro en la red. En la administración de programas de proyectos la presencia de interconexiones entre proyectos, entre sus objetivos y entre los diferentes elementos de su alcance es constante. Esto crea un elemento adicional de riesgo, dado que la variación de uno de los elementos conduce a la desviación de otro. Adicionalmente la característica de interconexión hace que los análisis deban extenderse más allá de los límites propios del proyecto y alcancen los demás proyectos de una organización y de su entorno.

5.3. No linealidad

Los sistemas complejos presentan cambios súbitos, se tornan inestables y se fracturan después de un período

de aparente estabilidad, tienen comportamientos no lineales, presentan eventuales comportamientos caóticos. La presencia de una alta complejidad en los proyectos hace latente la presencia del caos. Una inadecuada identificación de los riesgos o los planes de respuesta incompletos o la ausencia de planes de emergencia ante la materialización de los riesgos constituyen un paso firme hacia la aparición del caos en los proyectos.

“La no linealidad es causada por una realimentación positiva e induce cambios, que contrasta con el control, un proceso de realimentación negativa para mantener la estabilidad” (Pollack, 2007).

Por ejemplo la incorporación de Ringo Starr a la banda de los Beatles cohesionó el equipo de tal manera que produjo un incremento en su pendiente hacia el éxito (Kane, 2013). Previo a la incorporación del nuevo baterista el éxito era moderado, pero la interacción creada en la banda por Ringo generó el escenario propicio para producir una espiral de creatividad no obtenida hasta ese momento.

En los equipos de los proyectos a menudo la incorporación de un nuevo miembro, debido a sus características y habilidades personales e interpersonales, conduce al equipo rápidamente a una etapa de alto rendimiento.

5.4. Comportamiento caótico

“Cualquier proyecto de magnitud importante puede tener diferentes aproximaciones para su dirección dependiendo de los niveles de orden y caos dentro del proyecto y dentro de los sistemas mayores a los que pertenece” (Pollack, 2007, p.10). Un análisis que considere visiones más amplias y conocimientos que no se circunscriban al interior del proyecto disminuye la probabilidad de la presencia del caos en alguno de los frentes del proyecto. Los proyectos en los que se hayan excluido procesos necesarios de planeación, como la ausencia de una adecuada gestión social o de interesados en proyectos urbanos, pueden conducir al caos

y en algunos casos a la cancelación (ver “Cancelación del proyecto del túnel verde de Envigado”, en Loaiza, 2014).

5.5. Dependencia de la trayectoria

“El comportamiento de los sistemas caóticos es muy sensible a las condiciones existentes en el sistema en el momento que este inició, así como al momento histórico en el que se desarrolla el sistema” (Pollack, 2007, p.10). Los proyectos son altamente sensibles a las condiciones existentes en su entorno en el momento en que estos inician. El efecto de un alto nivel de desconocimiento del proyecto, sumado a una inadecuada planeación preliminar, es otro componente del fracaso.

Este es el llamado *efecto mariposa*, mencionado por el matemático, meteorólogo Dr. Edward Lorenz (1972). “Pequeñas variaciones iniciales en un sistema complejo pueden conducir a comportamientos diferentes” (Lorenz, 1972, p.181). Un ejemplo de ello es que un equipo de un proyecto puede desarrollar dos proyectos similares radicalmente diferentes si el entorno y las condiciones iniciales son diferentes.

“La dependencia de la trayectoria, la no linealidad de los proyectos junto con ciclos positivos de realimentación pueden producir importantes anomalías que disparen riesgos que pongan el proyecto fuera de control” (Arthur, 1990, p.262).

5.6. Predictibilidad limitada

La dependencia de la trayectoria, la no linealidad implican que pequeños cambios a las condiciones iniciales de un sistema complejo o de un proyecto clasificado con esa naturaleza hagan que las herramientas tradicionales de gestión de proyectos no sean del todo adecuadas. Es necesario asumir procesos de análisis propios de los sistemas complejos. Enfoques como la planeación gradual, la planeación por olas sucesivas (*rolling waves*), la gestión ágil de proyectos responden a la condición de predictibilidad limitada de los proyectos.

5.7. Ejemplos de no linealidades

Las revoluciones en las sociedades son los puntos de cambio súbitos de un sistema que está aparentemente estable pero que se vuelve violento debido a la conjunción de las condiciones existentes en el momento inicial del cambio. Las crisis financieras son otro ejemplo. Después de un largo período de estabilidad financiera, con bajas volatilidades y una baja inflación, se presentan en 2007 y 2008 puntos de inflexión que conducen a una de las más fuertes crisis financieras de los últimos años.

5.8. Jerarquía

Los sistemas complejos no tienen una unidad central de procesamiento. Existe una autoorganización de los elementos que conduce a la formación de una estructura piramidal. "Los sistemas tienen subsistemas y estos, son a su vez, subsistemas de sistemas mayores" (Pollack, 2007, p.2).

Existe una similitud fuerte con la estructura de desglose de los proyectos, la cual es una herramienta que se usa para definir el alcance de la manera más precisa, evitando faltantes o sobrantes en el alcance del proyecto.

5.9. Grandes eventos

Usualmente, con motivo del análisis, aplicando el teorema del límite central, se asume que las variables de un sistema complejo siguen una distribución llamada normal, una curva de campana o una distribución de Gauss. Pero a menudo la distribución normal no aplica las características de un sistema complejo. Pequeñas variaciones en las condiciones iniciales, la alta interconectividad crean presión sobre el sistema y provocan eventos súbitos que no siguen una distribución normal y que tienen una muy baja probabilidad.

En la administración de proyectos una de las técnicas usadas para reducir la imprecisión causada por la incertidumbre es el método de la estimación por tres valores, tanto en la

duración del proyecto como en la estimación del costo o presupuesto del mismo. Aunque es una técnica válida, que en grandes proyectos es acompañada del método Monte Carlo, no es muy utilizada en nuestro medio, lo que aumenta la imprecisión de las predicciones de duración y costo.

5.10. Dinámica evolutiva

Las redes, los sistemas complejos evolucionan con el tiempo. Dicha evolución es un proceso sin dirección central (Hoogduin, 2014). En muchos casos es un proceso de tanteo y error que describe y explica las variaciones del sistema, como la selección y la eliminación natural.

El proceso de desarrollo de la gestión de proyectos de una organización se debe realimentar continuamente con el uso de la técnica de las lecciones aprendidas; gracias a ella el sistema aprende y mejora con una retroalimentación negativa. Esto no está lejos de tener las características de un proceso de tanteo y error.

5.11. Incertidumbre fundamental

Los sistemas complejos son en su mayoría impredecibles en detalle, lo que implica que su evolución, su desarrollo o sus resultados futuros sean inciertos. Los proyectos que se pueden clasificar como complejos o que tienen elementos de complejidad presentan más riesgos con relación a la desviación de los resultados esperados. La adaptabilidad de la dirección del proyecto, su capacidad de enfrentar conflictos, la preparación de planes de emergencia son herramientas que disminuyen los riesgos de que el proyecto entre en crisis y rupturas.

De acuerdo con el reporte anual del Standish Group (2013), solo el 29% de los proyectos lograron las metas de alcance, tiempo y costo. El 43% de los proyectos fueron replanteados y el 18% de los proyectos fracasaron. Factores como el apoyo ejecutivo, el compromiso de los usuarios, la optimización, los recursos especializados, la experiencia en la gestión de

proyectos, entre otros, son los elementos más influyentes en los resultados.

La investigación anual del PMI (2013) sobre el estado de la gestión de proyectos encontró que solo el 34% de las organizaciones que no son de alto desempeño en la gestión de proyectos alcanzan el éxito en sus proyectos, y que las principales deficiencias en el desempeño se deben a una inadecuada gestión del talento, a la falta de estandarización de herramientas y técnicas, a la falta de alineación estratégica de la dirección de proyectos, programas y portafolios con los objetivos de la organización.

Así como los anteriores, existen varios estudios a nivel mundial que reflejan la naturaleza compleja de los proyectos, aún en aquellos que por su magnitud no deberían clasificarse como tales.

Independientemente del anterior paralelo entre las características de un sistema complejo y un proyecto considerado

complejo, el PMI (Project Management Institute, 2014) agrupa las causas de la complejidad de los proyectos en tres categorías: el comportamiento humano, el comportamiento sistémico y la ambigüedad.

6. Medición de la complejidad aplicada a la gestión de proyectos

En la medición del grado de complejidad de los sistemas se deben definir tres preguntas fundamentales:

1. Qué tan difícil es describir el sistema.
2. Qué tan difícil es crearlo.
3. Qué tan organizado es el sistema.

Lloyd (2001) presenta una lista de formas de medición de la complejidad de un sistema, agrupadas según las características del sistema (tabla 1, siguiente página).

Figura 1. Categorías de la complejidad y causas asociadas (Project Management Institute, 2014)



Tabla 1. Formas de medición de la complejidad de un sistema agrupadas según las características

N°.	Característica	Unidad de medida	Variables
1	Dificultad de descripción	Cantidad de información	Información Entropía Complejidad algorítmica Longitud mínima de la descripción Información de Fisher Entropía Renyi Chernoff information Dimension Fractal dimension Lempel - Ziv complexity
2	Dificultad de creación	Tiempo Energía Unidades de costo	Complejidad Duración Tamaño físico Complejidad de la información Profundidad lógica Profundidad termodinámica Costo
3	Grado de organización	Dificultad para describir la estructura organizacional y cantidad de información compartida entre componentes	Entropía, dimensión fractal Complejidad estocástica Nivel de sofisticación Medida efectiva de complejidad Información condicionante Longitud del esquema Correlación Volumen de almacenamiento de información Organización

Fuente: Seth Lloyd. Measures of Complexity a non-exhaustive list [18].

Esta lista podría complementarse con la variable equivalente en los proyectos. El siguiente cuadro (Tabla 2, siguiente página) presenta un acercamiento a las variables de medición de complejidad en los proyectos.

El PMI (2014), en su informe anual sobre el estado de la profesión de gerencia de proyectos, presenta el hallazgo de su investigación sobre características que son consideradas comunes a los proyectos complejos y que pueden adicionarse a la evaluación:

- Multiplicidad de partes implicadas
- Ambigüedad de las características, los recursos, las fases, etc. del proyecto
- Considerables influencias políticas/de las autoridades
- Se desconocen las características, los recursos, las fases, etc. del proyecto
- Gobernanza dinámica (cambiante) del proyecto
- Influencias externas considerables
- Uso de una tecnología nueva para la organización
- Uso de una tecnología que no ha sido aún desarrollada
- Considerables influencias internas interpersonales o sociales
- Entorno altamente regulado
- La duración del proyecto sobrepasa el ciclo de las tecnologías relevantes.

Tabla 2. Comparativo con variables de medición de los proyectos.

No.	Característica	Unidad de Medida	Variables	Equivalente en proyectos
1	Dificultad de descripción	Cantidad de información	Información Entropía Complejidad algorítmica Longitud mínima de la descripción Información de Fisher Entropía Renyi Chernof Information Dimension Fractal Dimension Iempel-Ziv Complexity	Nivel de información del proyecto Nivel de incertidumbre sobre el alcance del proyecto (Entropía) Complejidad de la tecnología asociada al proyecto Complejidad de la formulación y definición de especificaciones del proyecto Volumen de información requerido para describir el alcance del proyecto Nivel de agrupación e interconexión de los diferentes frentes y componentes del proyecto
2	Dificultad de creación	Tiempo Energía Unidades de costo	Complejidad Duración Tamaño físico Complejidad de la información Profundidad lógica Profundidad termodinámica Costo	Duración del proyecto Nivel de costo Nivel de conocimiento requerido para la formulación del proyecto Dimensión física relativa al proyecto Nivel técnico requerido para desarrollar el proyecto Profundidad de las suposiciones realizadas para definir el alcance y objetivos del proyecto
3	Grado de organización	Dificultad para describir la estructura organizacional y Cantidad de información compartida entre componentes	Entropía, Dimensión fractal Complejidad estocástica Nivel de sofisticación Medida efectiva de complejidad Información condicionante Longitud del esquema Correlación Volumen de almacenamiento e información organización	Nivel de agrupación e interconexión de los diferentes componentes estructurales del proyecto Nivel de incertidumbre sobre el alcance y estructura organizacional del proyecto (Entropía) Nivel de profundidad de la información requerido para diseñar la estructura del proyecto Especialización y estado del arte requeridos en el proyecto Nivel de consistencia entre los requerimientos del alcance del proyecto Volumen de información requerido

Fuente: Lloyd (2001) y elaboración propia

7. El principio de incertidumbre asociado con el análisis de complejidad

El análisis de complejidad de un proyecto conlleva la definición de variables clasificadas y priorizadas con las cuales se evaluarán el proyecto o sus componentes. ¿Pero cómo pueden seleccionarse y clasificarse las variables mismas? Si se piensa con este criterio, cada elemento de análisis del proyecto deberá estar sometido a un proceso de selección y clasificación. Por ejemplo, si se requiere clasificar el nivel de prioridad de los interesados o involucrados en el proyecto, es necesario definir las variables principales. El PMI (2014) presenta modelos de clasificación basados en las variables *poder*, *interés*, *influencia*, *impacto*, *prominencia*; pero, ¿qué nivel de clasificación, prioridad o peso relativo tienen estas variables? ¿Qué variable es prioritaria en una organización determinada? ¿Cómo se aplica esta priorización al análisis de los interesados?

Este aspecto constituye en sí la continua incertidumbre del análisis, que lleva a un punto final basado en suposiciones o definiciones generales o popularmente aceptadas. Al hablar de los proyectos a esto se le podría llamar *buenas prácticas de gestión de proyectos*, que son usualmente aplicadas pero que deberían ser adaptadas a cada organización de acuerdo con la clasificación de las variables.

8. ¿Qué procesos de la gestión de proyectos se ven más afectados por la complejidad?

En general todos los procesos que requieran establecer la posición relativa de una variable con respecto a otra se ven seriamente afectados por el análisis de complejidad. Definiciones basadas en la clasificación y la priorización

proporcionadas por el análisis de variables clave. La siguiente lista presenta algunas de las áreas de gestión que son afectadas por el nivel de complejidad de un proyecto:

- Gestión de portafolio de proyectos
- Gestión de interesados
- Gestión de alcance
- Gestión de tiempo
- Gestión de costos
- Gestión de comunicaciones
- Gestión de riesgos
- Gestión de adquisiciones
- Gestión de portafolio de proyectos

Decisiones relativas a cuáles son las variables estratégicas que deben usarse en el análisis y la evaluación de los proyectos. Decisiones relativas a cómo deben clasificarse y cómo se deben priorizar los proyectos para cumplir los objetivos estratégicos.

8.1. Gestión de interesados

Los interesados, involucrados o actores de un proyecto deben ser clasificados y priorizados para poder definir el plan de manejo y lograr el compromiso con el proyecto. La definición de las variables que los clasifican indica el nivel de complejidad del análisis.

8.2. Gestión de alcance

La selección y la priorización, para una posterior negociación de los requerimientos que definen el alcance de un proyecto, obedecen a variables de naturaleza compleja.

8.3. Gestión de tiempo y costos

La definición de las actividades, la duración, la secuencia, las dependencias, los recursos, las estimaciones son procesos de análisis que involucran importantes variables de complejidad.

8.4. Gestión de comunicaciones

Las comunicaciones son fundamentalmente complejas debido a que en ellas interviene el factor humano. El incremento en el número de interesados o involucrados en el proyecto incrementa el número de canales de comunicación de forma polinómica.

8.5. Gestión de riesgos

En la gestión de riesgos el análisis de las variables, clave para la identificación de los riesgos, y el análisis de severidad de los riesgos, asociado a la probabilidad y al impacto, son elementos de un sistema complejo.

8.6. Gestión de adquisiciones

En la gestión de adquisiciones la presencia de proveedores o terceros en el proyecto introduce una variable de complejidad para el análisis. Está plenamente demostrado que el incremento en el número de contratistas o proveedores crea un entorno complejo para el proyecto e incrementa el esfuerzo administrativo y de control.

9. Riesgo

Existe una divergencia entre el análisis de los riesgos de un proyecto y la teoría de la complejidad en lo que se refiere a la aplicación del concepto de incertidumbre. Según el PMI (2013), el riesgo es una condición incierta que, de producirse, podría tener efectos positivos o negativos sobre uno o más objetivos del proyecto. Las organizaciones perciben el riesgo como el nivel de incertidumbre sobre los objetivos del proyecto. Dicha definición relaciona estrechamente el riesgo con incertidumbre. La teoría de la complejidad diferencia entre la incertidumbre verdaderamente asociada a las consecuencias de nuestras acciones o decisiones y la posibilidad de aplicar el cálculo de probabilidad a las

situaciones de riesgo, lo que implicaría la necesidad de conocer todas las posibles consecuencias de una decisión o de una acción. La probabilidad puede considerarse desde dos puntos de vista, la teoría lógica de la probabilidad y el análisis de frecuencia. Esta última se refiere al cálculo de un tipo particular de observaciones sobre el total de las observaciones realizadas. La teoría de la probabilidad se refiere a la evidencia en favor de una declaración realizada de antemano.

La experiencia o el conocimiento previo de los proyectos con objetivos similares permite a los expertos del proyecto definir la mayoría de las posibles consecuencias o desviaciones que este podría tener. Permite además analizar y calcular la probabilidad de ocurrencia y el nivel de impacto asociado a cada consecuencia. Si la mayoría de las posibles alternativas que se pueden presentar en el desarrollo de un proyecto son conocidas, entonces el nivel de incertidumbre se limita a definir el valor de probabilidad de que el evento ocurra.

IO. Probabilidad

La probabilidad presenta un lado objetivo y un lado subjetivo (Hoogduin, 2014). La probabilidad objetiva se presenta cuando se conoce el número de ocurrencias de un evento determinado dentro de un número global de observaciones denominado *frecuencia*. La subjetiva depende de la calificación o magnitud asignada por el observador y puede ser diferente entre distintos tipos de individuos. Esto establece un enfoque muy interesante para el análisis cualitativo de los riesgos. Dicho análisis se basa en la asignación de la probabilidad y la magnitud del impacto a los riesgos. Si la probabilidad, aplicada al riesgo en un proyecto, fuese objetiva, significaría que quienes estén realizando la evaluación conocen la estadística asociada a la ocurrencia particular de los eventos que se están evaluando; y si fuese subjetiva, implicaría que debe utilizarse un método que permita disminuir el carácter individual de las apreciaciones. Este método puede ser el método de análisis jerárquico de procesos, AHP, que se relaciona estrechamente con la medición de la complejidad de un sistema.

Los planes de respuesta, aplicados a los riesgos identificados en el análisis del proyecto, tienen que ver con decisiones en las que todos los posibles resultados son conocidos, y por tanto el cálculo de las probabilidades es aplicable.

II. Incertidumbre

II.1. Riesgo e incertidumbre

El concepto de *incertidumbre* se refiere a que no es posible conocer todos los resultados de las decisiones humanas. La incertidumbre hace que no sea posible predecir los resultados que tendrán sobre un proyecto las decisiones de quienes interactúan en él. No hay una base objetiva para realizar análisis de riesgo, análisis de costo-beneficio, ni para aplicar otras técnicas de control.

Quienes se atreven a actuar con desconocimiento del futuro surgen como una respuesta a la incertidumbre fundamental. Las ganancias son su recompensa. Sin la incertidumbre no existirían esos beneficios. En un análisis de riesgos en los proyectos, un bajo nivel de tolerancia, un bajo nivel de apetito al riesgo disminuyen la probabilidad de obtener algunos beneficios en el proyecto, asociados a posturas de riesgo. Este aspecto es fundamental en la gestión del portafolio de proyectos de una organización. Un plan de respuesta a los riesgos de los proyectos puede aplicarse para reducir su probabilidad y su impacto, pero nunca para reducir la incertidumbre; esta es inevitable y altera la confianza en el desarrollo futuro del proyecto. La confianza es subjetiva, fluctúa e impacta nuestras decisiones.

II.2. El valor de la experiencia en proyectos

El juicio de expertos es una técnica ampliamente recomendada en la gestión de proyectos (PMI, 2013). La experiencia implica que las decisiones se toman con base en

el conocimiento adquirido de experiencias repetidas, para lograr conocer la mayor cantidad de resultados posibles. Desafortunadamente una de las características propias de los proyectos, que se familiariza con la dependencia de la trayectoria en sistemas complejos, es su carácter único: un proyecto igual, ejecutado por el mismo equipo bajo condiciones ligeramente diferentes, tenderá a producir resultados radicalmente diferentes (Hoogduin, 2014). Las decisiones nunca estarán basadas en la lista completa de todos los resultados posibles del proyecto. La incertidumbre es inevitable, nos hace dudar del futuro y nos pone en una situación de aparente falta de control.

II.3. Incertidumbre y probabilidad

La baja certidumbre es diferente a la poca probabilidad. Eventos que tienen poca probabilidad pueden ocurrir y lo hacen; son poco probables pero no inciertos. Por ejemplo un evento sísmico o un desastre natural que pueda afectar el desarrollo de un proyecto de construcción se sabe que puede ocurrir, es poco probable pero no incierto. La incertidumbre se refiere a que usted no sabe, la probabilidad no existe, no es posible calcularla, el medioambiente es un sistema complejo. Este tipo de riesgos se analizan de manera global en toda la organización y se asignan reservas de gestión basadas en porcentajes históricos o considerados una buena práctica.

12. Formas de manejar la incertidumbre

La primera opción y la más usual es asumir que el futuro se comportará como el pasado. Normalmente el análisis basado en un conocimiento experto asume esta posición. En proyectos de mayor complejidad dicha opción puede no ser la más adecuada, más aún si se considera el carácter entrópico de los sistemas complejos.

Otra opción es definir lineamientos y reglas sobre los sistemas complejos, estos crean patrones de comportamiento, crean condiciones para el orden. En la gestión de proyectos la falta de un adecuado conjunto de lineamientos de trabajo al inicio del proyecto producirá eventos no deseados sobre los resultados del mismo. La presencia de lineamientos para los equipos del proyecto crea un conjunto posible de resultados, no todo es posible. Esto limita el análisis de riesgos de manera importante y simplifica el esfuerzo.

12.1. Amortiguadores y redundancias

Otra técnica para el manejo de la incertidumbre es la creación de amortiguadores y redundancias (Hoogduin, 2014). Los amortiguadores son equivalentes a las reservas de gestión en proyectos, creadas para responder a la materialización de riesgos no identificados y a la incertidumbre. La generación de amortiguadores de tiempo o de costo en el proyecto puede propiciar la materialización de la ley de Parkinson (1957). El método de la cadena crítica presenta una interesante opción para el manejo de los amortiguadores del proyecto (Lloyd, 2001).

La redundancia o la creación de alternativas de operación puede ser producto de un plan de mitigación del riesgo. Por ejemplo, la instalación de un segundo motor acoplado a la máquina para evitar el paro de la línea en caso de falla del primero.

12.2. Tanteo y error

El tanteo y error es una técnica que se asemeja al uso de las lecciones aprendidas. Aprender de los errores. ¿Qué hicimos mal en el proyecto que no volveremos a hacer? ¿Qué hicimos bien que deberíamos implementar y repetir?

12.3. Sentido común

Existen otras formas de manejar la incertidumbre que podrían agruparse como opciones de sentido común:

- Seguir a la mayoría. "Donde fueres haz lo que vieres". Existe alguna similitud con el proceso de Benchmark aplicado al plan de madurez de la gerencia de proyectos. La imitación de otros que han tenido buenos resultados crea un conocimiento tácito; aunque este no es garantía del éxito futuro, puede minimizar las desviaciones.
- Confiar en el juicio de los expertos. La experiencia proporciona a quienes la poseen el conocimiento de los diferentes resultados que se pueden presentar bajo determinadas influencias o decisiones de los proyectos.
- Usar reglas de oro o *rules of thumb*. Estas se asemejan a las buenas prácticas y las lecciones aprendidas en los proyectos.
- El uso de la imaginación, la creatividad y la intuición son válidos en la medida en que incrementan el nivel de confianza en los resultados positivos.
- La constante alerta, el control continuo y minucioso en el proyecto pueden evitar sorpresas. Una de las responsabilidades de mayor valor del director o gerente del proyecto es la de prevenir, estando alerta a posibles alteraciones, y si estas aparecen, la de adaptarse rápidamente.

13. Aplicación del proceso analítico jerárquico (AHP) a la gestión de proyectos

El proceso analítico jerárquico es una técnica desarrollada por Thomas L. Saaty (1980) en su texto *Analytical hierarchical process*.

En la gestión de proyectos, programas y portafolios la técnica del análisis jerárquico de procesos se aplica en:

- La planeación estratégica, para definir los principales objetivos a desarrollar, para definir las acciones a implementar, para priorizar los proyectos estratégicos, etc.
- La ubicación de recursos, para definir qué proyectos deben ser atendidos con más recursos debido a su jerarquía.
- Los procesos de selección, por ejemplo de proveedores, de recursos, de riesgos, de planes de respuesta, de alternativas, etc.
- La definición de políticas.
- La selección del portafolio de proyectos de la organización.

Adicionalmente, en procesos específicos de la gestión de proyectos, por ejemplo:

- La clasificación de criterios para evaluar la relevancia de los interesados del proyecto.
- La evaluación del poder, el interés, la relevancia, la influencia y la prominencia de los interesados.
- La evaluación de las variables de clasificación para establecer la calificación de la relevancia de los requisitos del proyecto.
- La evaluación de los elementos clave que determinan la relevancia de los riesgos.
- La clasificación de los niveles de impacto de los riesgos.
- La clasificación de riesgos.

En general, en todo proceso en el que se deban seleccionar elementos para poder ajustar el conjunto total a las restricciones existentes. Esto indica la enorme utilidad de la técnica de AHP (*analytical hierarchical process*).

14. Conclusiones

La gran similitud que existe entre la teoría de la complejidad y la gestión de proyectos proporciona una nueva visión a esta última, que le permite salirse del marco lineal de pensamiento de la gestión tradicional de proyectos y aportar un visión más sistémica, con nuevas herramientas y puntos de vista a tener en cuenta en la administración del proyecto, con el fin de mejorar la eficiencia en el logro de los objetivos del mismo. Pretender manejar de manera determinista la incertidumbre en un proyecto es un desgaste que crea frustración y desmotivación, tanto en el director como en el equipo del proyecto. Por otro lado, no incluir el rigor matemático en la clasificación de las variables que acompañan la toma de decisiones es una falta de adecuada gestión que puede conducir a resultados inexactos en la gestión de proyectos. Herramientas que han sido ampliamente estudiadas para analizar los comportamientos de sistemas complejos, como el análisis jerárquico de procesos, la teoría de redes y la teoría de la probabilidad, se pueden adicionar a las herramientas tradicionales de gestión de proyectos. Un nuevo conjunto de enorme utilidad y muy poco usado en nuestro medio.

Referencias

- Arthur, B. W. (1990, 1 de febrero). Positive feedback in the economy. *Scientific American*, p.262.
- Cañas, F., y Loaiza, J. F. (2014, 11 de abril). Fallo favorece acción popular que protege Túnel Verde. *El Colombiano*. Recuperado de http://www.elcolombiano.com/historico/tunel_verde_tribunal_administrativo_de_antioquia_falla_a_favor_accion_popular_contra_metroplus-HXEC_290272.
- DeMarco, T., y Lister, T. (2003). *Waltzing with bears-risks on projects*. Dorset: Dorset House Publishing.
- Hayek, F. A. (1967). *The theory of complex phenomena*. London: Routledge & Kegan Paul.
- Hoogduin, L. (2014). Complexity and uncertainty. Groningen: Groningen University.
- IBM. (2010). *Capitalizing on complexity. Executive report*. New York: IBM.
- IBM. (2012). *Connected generation. Executive report*. New York: IBM.
- Kane, L. *When they were boys*. (2013). Toledo, OH, U.S.A.: Running Press.
- Keynes, J. M. (1964). *The general theory of employment, interest and money*. Seattle: Harcourt Barce Jovanovich.
- Knight, F. (1921). *Risk, uncertainty and profit*. Washington: Beard Books.
- Lloyd, S. (2001). *Measures of complexity a non-exhaustive list*. Massachusetts: Department of Mechanical Engineering. Massachusetts Institute of Technology.
- Lorenz, E. (1972). *Does the flap of a butterfly's wings in Brazil set off a tornado in Texas?* Cambridge: American Association for the Advancement of Science.
- Morris, D. M. (2013). *Understanding and managing emergent behavior in complex systems*. Salt Lake City, UT.: Lumin Publishing.
- Parkinson, C. N. (1957). *Parkinson's law*. New York: Buccaneer Books.
- Pollack, J., y Remington, K. (2007). *Tools for complex projects*. Gower: Gower Publishing.
- Price Waterhouse Coopers. (2013). *Dealing with disruption. Adapting to survive and thrive*. PWC annual CEO survey, Price Waterhouse Coopers.
- Project Management Institute. PMI. (2013). *Cómo desenvolverse en un entorno complejo*. Pennsylvania: PMI.
- Project Management Institute. PMI. (2013). *Project management body of knowledge*. Pennsylvania: Project Management Institute, Inc.
- Project Management Institute. PMI. (2013). *Pulse of the profession*. Pennsylvania: PMI.
- Project Management Institute. PMI. (2014). *Navigating complexity: A practice guide*. Pennsylvania: PMI.
- Saaty, T. L. (1980). *The analytic hierarchy process*. New York: McGraw Hill.
- Standish Group. (2013). *Chaos report*. Boston: Standish Group Editorial.