

01-062

Fractal Model of Competence for Project Management. An adjustment for National Competence Baseline (BCN) of IPMA

María Estela Peralta Álvarez¹; Francisco Aguayo González¹; Mariano Marcos Bárcena²; Juan Ramón Lama Ruíz²; Ana De Las Heras¹

¹Universidad de Sevilla; ²Universidad de Cádiz;

Project management is one of the main activities to achieve the successful implementation of projects and it is applied globally by organizations of different sectors. In 1965, the first conception of the European Model of National Competence Baseline was developed by Caupin, Knoepfel and Morris; since this time, advances in design and development of the knowledge structure have been relevant, until the current situation where IPMA is one of the main association in project management. But managers and project teams must handle a high volume of information in complex environments that affects to all stakeholders. It will be the basis for project success if the manage process is carried out efficiently and through the correct combination of technical, contextual and behavioural competences. In this paper a methodology of fractal approach to structuring the NBC is proposed, with the aim of improving interconnections between the three groups of competences, speed up their interactions, improve the work network flexibility and reduce complexity. The model proposes a comprehensive orientation for NBC through autonomous groups that work on the macro-level in the three types of competence; these groups will be opened in a similar way in the level of detail needed by the project manager.

Keywords: Project management; National Competence Baseline; Sustainability; Fractal Paradigm; Engineering Competencies

Modelo Fractal para la ingeniería de competencias en la dirección de proyectos sostenibles

La dirección y gestión se han convertido en una de las actividades prioritarias para el éxito en la realización de proyectos. Uno de las dificultades a las que se enfrentan los directores de proyectos es el carácter multidisciplinar de su actividad, que requiere de un conjunto de competencias técnicas, contextuales y de comportamiento y la gestión del elevado volumen de información en un entorno complejo, que en la última década se ha visto duplicada por las nuevas exigencias en materia de sostenibilidad. En este trabajo se propone una metodología de inspiración fractal sostenible para la estructuración de la NBC desde el ámbito de la ingeniería de competencias, con el objetivo de mejorar la interconexión entre las mismas, agilizar interacciones, maximizar la flexibilidad de la red de trabajo compartida y aumentar el desempeño ambiental y social de los proyectos. El modelo plantea una estructura integral de la NBC a través de grupos autónomos orientados a nivel macroescalar en los tres tipos de competencia, que se irán descomponiendo de forma autosemejante según el nivel de detalle necesitado por el director de proyectos siempre bajo criterios de mínima complejidad.

Palabras clave: Gestión de proyectos; Línea base de competencia; Sostenibilidad; Paradigma fractal; Ingeniería de competencias

Correspondencia: mperalta1@us.es



Este obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 4.0 Internacional. <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

1. Introducción

Dentro del enfoque integrado de la gestión del ciclo de vida de los proyectos, la dirección y la actuación de los directores (en adelante PM) y el equipo de gestión es clave para incorporar las diferentes estrategias de actuación en todas las fases del ciclo de vida de los proyectos de una forma eficaz y eficiente para alcanzar el éxito del proyecto.

Esta situación implica que a la hora de plantear, gestionar y ejecutar proyectos sostenibles (en las dimensiones económica, social y ambiental) se deben tener en cuenta el conjunto de dimensiones relativas al propio proyecto, a los interesados y al equipo de dirección de proyectos, tareas cuya integración eficaz depende del PM; todo ello para alcanzar de forma equilibrada los resultados más eficientes en cuanto a tiempo, coste y calidad, haciendo un mejor uso de los recursos *materiales y humanos*, y reduciendo los impactos directos e indirectos ante los interesados y el medio ambiente.

Las **estrategias** que permitan llevar a cabo los objetivos anteriores deben ser integradas haciendo uso de técnicas especializadas en cada sector de actividad (industrial, urbano, agrario, minero, etc.) incluyendo el control de parámetros y requerimientos característicos de cada proyecto, como son los relativos a la *interacción con el cliente, el diseño y desarrollo de los entregables, el uso de la tecnología, la organización de las fases del ciclo de vida del proyecto, las normativas o límites gubernamentales del contexto del proyecto, las nuevas técnicas y herramientas disponibles*, considerando paralelamente las necesidades de los interesados y la viabilidad técnica y económica de soluciones en términos de calidad, tiempo y coste.

Lo anterior implica un aumento en la variedad de las tareas del director de proyectos; de forma indirecta se introduce un nivel de complejidad elevado en su actividad profesional que en ocasiones no es asumido por parte del equipo de dirección o por el propio cliente, ligando el total de la responsabilidad al PM. Esta situación hace que sea el director de proyectos el responsable de gestionar (minimizar) la complejidad en el alcance del éxito del proyecto, para lo cual debe adquirir un conjunto de **competencias multi-disciplinares** relativas a diferentes niveles como son (1) habilidades personales, (2) formación académica, (3) experiencia técnica (de ingeniería y del propio de sector de actividad donde se contextualiza el proyecto) y (4) las propias de la gestión (diseño de estrategias, planificación y ejecución).

Este planteamiento determina la necesidad de plantear programas de formación eficaces por competencias (incluyendo profesionales, personales y sociales) para el perfil profesional de los directores de proyectos. Por ello, en este trabajo se desarrolla una propuesta de arquitectura fractal de competencias multi-dimensionales (ingeniería, oficina de gestión y personal) donde quedará integrada la NBC, con el objetivo de mejorar los programas de certificación (actualmente con estándares individuales según alcance de gestión de proyectos, organizaciones o personas); además, el uso de una arquitectura de competencias fractal integrada, permitirá mejorar las interconexiones entre competencias, agilizar interacciones entre interesados, mejorar la flexibilidad de la red de trabajo compartida y reducir la complejidad de la gestión del proyecto.

El modelo plantea una orientación integral para la NBC a través de grupos autónomos de competencias orientados a nivel macroescalar en los tres tipos de competencia (técnica, de comportamiento y contextuales), que se irán disgregando de forma auto-semejante según el nivel de detalle necesitado en la oficina de dirección de proyectos (tarea, proyecto, programa o cartera) siempre bajo criterios de mínima complejidad. El mismo se desarrolla teniendo en

cuenta el paradigma fractal, con el objetivo de minimizar la complejidad en las actividades de la dirección de proyectos.

Por último, la arquitectura fractal de competencias para la dirección de proyectos pretende mejorar el desarrollo de los programas de formación y de adquisición de competencias profesionales por parte del PM, incorporar una base estructurada para los programas de certificación, así como minimizar la complejidad en el conjunto de tareas implícitas en la gestión.

2. Análisis de la estructura de competencias de los estándares internacionales actuales de dirección de proyectos

Las asociaciones de gestión de proyectos han desarrollado estándares con el objetivo de unificar la forma de plantear los procesos y tareas a llevar a cabo en un proyecto, el conocimiento (conceptos, procedimientos, actitudes) y recoger las buenas prácticas reconocidas y exitosas que a lo largo del tiempo han sido utilizadas en el ciclo de vida de los proyectos en variedad de sectores de actividad y pueden ser consideradas en la actualidad como mejores técnicas disponibles. Estas bases de conocimiento son las utilizadas por organismos internacionales de normalización para elaborar las normas de gestión; de entre ellas, *UNE 21500:2013*, *PMBOK: Project Management Institute (PMI)*, *NBC: International Project Management Institute (IPMA)*, *P2M: Project Management Association of Japan (PMAJ)*, son las seleccionadas de forma general por los profesionales de dirección de proyectos y convertidas en las más reconocidas a nivel mundial.

Haciendo un análisis de los estándares disponibles en las bases de conocimiento que desarrolla cada organismo internacional de dirección de proyectos, cabe destacar que por lo general, existen tres niveles de desarrollo: (1) proyectos, que hace referencia al ámbito técnico y al conocimiento necesario para la gestión de las actividades propias en el ciclo de vida del mismo; (2) organizaciones, incluyendo el conjunto de conocimiento y técnicas disponibles para la gestión estratégica de los proyectos empresariales; y (3) personal, donde se incluye el desarrollo de las competencias necesarias que debe adquirir los expertos y profesionales de la gestión para llevar a cabo las actividades propias de los niveles 1 y 2.

La tabla 1 recoge las principales certificaciones, así como la guía y estándar de la base de conocimiento. Como el alcance de este trabajo son las competencias del director de proyectos, se seleccionará la realización de un análisis exhaustivo de las competencias relativas a la gestión de proyectos y de

Tabla 1. Principales estándares de gestión y alcance

Estándares	Gestión de proyectos (ámbito técnico)	Competencias del equipo de DP (ámbito personal)	Gestión de organizaciones (ámbito estratégico)
PMBOK / PMI PM CDF	x	x	
APM BoK	x		
P2M	x		x
OPM3			x
IPMA (ICB)	x	x	
NCSPM		x	
AIPM	* Uso guía PMBoK	x	

Teniendo en cuenta el alcance de este trabajo, la tabla 2 muestra el análisis comparativo de los estándares dedicados a la formación en competencias del PM y su integración en la

gestión de proyectos (ámbito técnico); como puede comprobarse, no existe un enfoque compartido en cuanto a los elementos y unidades de competencias, recogiendo cada estándar diferentes enfoques y niveles de certificación según la orientación de la gestión de proyectos.

Tabla 2. Principales estándares de gestión y alcance

Asociación	Estándar de competencias	Dimensiones de la competencia	Competencias desarrolladas	Niveles de adquisición de competencias (certificación)
PMI PMBOK	PMCD Framework Project Manager Competency Development Framework	3 dimensiones: conocimiento (relativas a las técnicas de gestión), personal (comportamiento), desempeño (conocer los requerimientos de proyecto).	Elevado número para cada dimensión; conocimiento, personal Desempeño. Para las tres dimensiones divididas en (1) General Management skills, (2) Project Management skills, (3) Industry skills	3: CAPM (Associate); PMP (Professional); PgMP (Program Management Professional); +2 PMO-SP (PI Scheduling Professional); PMI-RMP (PMI risk Management Professional)
IPMA Fieldbook Guide to ICB	Competency Baseline (ICB)	3 dimensiones: conocimiento, de comportamiento y de contexto	15 (comportamiento), 20 (técnicas), 11 (contextuales)	4: A (programas/carteras); B (proyectos complejos); C (proyectos); D (conocimiento técnico)
AIPM PMBOK®Gui de	National Competency Standards for Project Management (NCSPM)	9 estándares de competencia	Áreas de conocimiento de competencia: alcance, tiempo, coste, calidad, recursos humanos, comunicación, riesgo, integración, adquisiciones). Incluyen experiencia profesional y habilidades personales	3: APP (project team member/project specialist); RPM (project manager); MPD (project director/program manager)

Derivado del estudio comparativo recogido en las tablas 1 y 2, se identifica una falta de integración entre los estándares, derivada de una falta de consenso; esto hace que la formación y adquisición de las competencias por parte del PM quede sectorizada dependiendo de su contexto de trabajo y el perfil profesional relativo a la gestión el que se derive su actividad. Seleccionar la certificación por lo tanto, dependerá del contexto del proyecto y de la organización, convirtiendo en no uniformes las estructuras de competencias. Por lo que enfoque integrado donde en una misma arquitectura de gestión de proyecto, el PM pueda adquirir de forma incremental las competencias relativas a sus actividades en la organización, es de interés. Esta perspectiva se contempla como una estructura fractal a partir de la cual el PM pueda ir adquiriendo (y construyendo) su perfil profesional, integrando competencias de ingeniería (gestión técnica), personales (formación, gestión de RRHH, comportamiento, etc.) y organización (oficina de dirección de proyectos, proyectos-programas-carteras, gestión empresarial, estratégica). Es el paradigma fractal el marco de trabajo que permite crear una estructura auto-similar que

3. El paradigma Fractal para la excelencia en dirección de proyectos sostenibles

El paradigma fractal es un marco de trabajo orientado a la gestión de la complejidad en sistemas dinámicos que deben adaptarse a los cambios del ambiente en tiempo real; con este objetivo, este tipo de sistemas integran en su comportamiento cuatro principios básicos (auto-

organización, orientación al objetivo, dinamismo y estructura auto-similaridad) que permiten crear estructuras complejas de comportamiento dinámico con la mínima información (máxima eficiencia). El marco de trabajo (paradigma) fractal ha sido utilizado por la comunidad científica con objeto de estudio de diferentes sistemas macroscópicos relacionados con fenómenos físicos, estadísticos, geométricos, matemáticos o biológicos; a lo largo de las dos últimas décadas, en concreto desde las aportaciones de Warnecke en el año 1993 (Warnecke 1993), también ha sido aplicado a la gestión organizacional en un amplio y variado número de sectores: fabricación, financiero, recursos humanos, desarrollo de software o ingeniería de organización. El paradigma fractal surge como enfoque bioinspirado en los sistemas naturales; los fractales naturales son estructura aparentemente complejas, creadas a partir de un patrón que de forma repetida, construye la arquitectura de comportamiento estático y dinámico para su adaptación óptima con el ambiente. Los sistemas fractales artificiales, se define la unidad autosimilar de iteración (denominadas Unidad Básica Fractal) que a través de la repetición como elemento de mínima información, consiguen estructuras complejas formadas por grupos autónomos de trabajo capaces de adaptarse a su contexto de trabajo.

3.1. Concepto de fractalidad y marco de trabajo para los sistemas técnicos fractales

El paradigma fractal es la disciplina científica y base de conocimiento destinada al diseño y desarrollo de sistemas a semejanza de un ente fractal (formal y natural) desde el punto de vista estructural, funcional e informacional, con el objetivo de que respondan, se adapten y sobrevivan a un ambiente turbulento y cambiante.

Un **sistema fractal artificial (SFA)** es un sistema complejo, con estructura de agentes que cooperan y forman unidades de control descentralizadas y autónomas (Kirikova 2009); puede adaptarse a los continuos cambios del ambiente o mantener su funcionamiento de forma eficiente ante turbulencias externas e internas. Los SFA son sistemas abiertos, soportados con una arquitectura de red auto-semejante con capacidad de auto-organización, auto-optimización y evolución continua; su crecimiento y expansión está basado en reglas simples, también con simetría de dilatación (o invariancia escalar) (Kwangyeol 2003). Warnecke (1993) estudia las propiedades a introducir en los SFA, derivando de sus investigaciones la necesidad de cuatro principios fundamentales integrados (Warnecke 1993): **auto-similaridad** (los sistemas fractales son auto-similares; su arquitectura se crea a partir de la división del objetivo global en diferentes unidades (autónomas) con su propia función o servicio al sistema), **auto-organización** (son auto-organizativos, determinan y formulan sus objetivos en un proceso dinámico, a través del cual toman decisiones sobre su cooperación interna y externa), **orientación al objetivo** (los objetivos del sistema global surgen de los objetivos de los fractales individuales; todos los fractales, aunque autónomos, deben estar al servicio de alcanzar el objetivo global de la organización) y **dinamismo** (los fractales se encuentran unidos a través de una red de información y comunicaciones eficiente que intercambia datos en tiempo real para establecer un proceso de mejora continua).

3.2. Análisis de aspectos fractales en gestión de proyectos

La gestión, entendida como el conjunto de actividades destinadas a la administración de los elementos necesarios para el alcance de un objetivo (incluida la disposición de los recursos y estructura, la coordinación de operaciones y la relación e interacciones entre los interesados), se sitúa en un nivel superior imprescindible dentro de cualquier actividad industrial. Dentro de sus objetivos, se encuentra la **gestión de conocimiento, de la información, del ciclo de vida del producto, de la logística y de los proyectos**, entre otras áreas de interés para la aplicación del paradigma fractal.

La norma ISO-21500 define **proyecto** como *“un conjunto único de procesos que constan de actividades coordinadas y controladas, con fechas de inicio y fin, llevados a cabo para lograr un conjunto de objetivos; el logro del éxito en los proyectos requiere de la provisión de entregables que satisfagan requisitos específicos”* (AENOR 2012). En cuanto a la **dirección**

de proyectos, las principales asociaciones para la gestión definen la actividad como la *planificación, organización, supervisión y control de todos los aspectos de un proyecto y la dirección y liderazgo de todo lo necesario para alcanzar el éxito de forma segura y dentro de unos criterios acordados de tiempo, coste, alcance, rendimiento y calidad* (IPMA 2013); también, como la *aplicación de conocimiento, habilidades, herramientas y técnicas a las actividades del proyecto para cumplir con sus requisitos del mismo* (PMI 2013). Analizando los fundamentos recogidos en los principales cuerpos de conocimiento de la dirección de proyectos (estándares PMBOK, ICB, PRINCE, AgilePM, ISO 21500 o P2M), puede apreciarse el carácter fractal tanto de los proyectos como de las actividades de dirección de proyectos. Canavesio y Martínez (Canavesio and Martinez 2007) identifican tres ámbitos fractales de los proyectos: (1) Ciclo de vida en cinco fases auto-similares, (2) Enfoque holístico entre todas las áreas y procesos de gestión, (3) Visión recursiva que actúa como sumidero de eficiencia y absorción de complejidad

En primer lugar **los proyectos** pueden ser definidos como CAS (Sistemas Adaptativos Complejos) y sistemas caóticos (Josef Dana 2014), alejándose de la concepción convencional de elementos estructurados y lineales. Zhang (Zhang 2013) estudia diversas características complejas del entorno exterior de la organización y el papel no lineal entre la empresa y el departamento de gestión como conjunto fractal abierto y dinámico. Además, la variedad de áreas de conocimiento, competencias y actividades a realizar en un proyecto (tiempo, coste, interesados, calidad, adquisiciones, etc.) hacen que el director de proyectos deba manejar cada vez más complejidad en sus actividades.

De la misma forma, la organización del **entorno de trabajo** para la dirección de proyectos cumple con ciertos patrones; la figura 1 muestra la estructura de un ambiente de negocio en oficinas de dirección de proyectos (Brown 2010): (1) cartera (colección de proyectos, programas y portfolios, que se agrupan para facilitar la gestión efectiva de las actividades con el fin de lograr los objetivos estratégicos del negocio; (2) programa (grupo de proyectos relacionados); (3) proyectos, o asignación temporal para crear un producto, servicio o resultado único; (4) etapas del ciclo de vida (inicio, planificación, ejecución, control y cierre); (5) actividades y (6) tareas. De esta manera, la oficina de dirección de proyectos está incluida en un ambiente de negocio fractal (figura 1).

Figura 1. Carácter fractal de la gestión de proyectos Adaptado de (Wideman 2004)



Por otro lado, el **equipo de dirección de proyectos** debe disponer de las competencias necesarias para la utilización del conjunto de técnicas y herramientas distribuidas en las diferentes áreas de conocimiento (costes, tiempo, calidad, recursos humanos, alcance, adquisiciones, etc.) y los objetivos específicos del proyecto. La gestión del conocimiento y el comportamiento del equipo de proyectos puede ser definido como un sistema dinámico. Muchas de las actividades podrán ser identificadas como determinísticas, donde es posible a través del estudio de las causas, proceder con la gestión de los efectos. En otros casos la variedad del conocimiento para un conjunto específico de situaciones, muchas veces aleatorias (como es el caso del comportamiento de los interesados - emociones, estados de

ánimo, comunicación no verbal - relaciones con el cliente, riesgos positivos o negativos, etc.) hace que el equipo de dirección de proyectos deba detectar eventos no planificados junto a estrategias que garanticen el éxito (orientación al objetivo). Por último, y como se ha expuesto anteriormente, es posible identificar la fractalidad en el **ciclo de vida del proyecto** (figura 1 parte izquierda); su estructura se compone de etapas repetitivas que forman un patrón característico auto-similaridad (inicio, planificación, ejecución, control y cierre). La realización de las tareas es tomada normalmente a través de la mejora continua y la evolución hacia la optimización (auto-organización y dinamismo) para cada una de las fases, actividades y tareas, definiendo la auto-evolución (también autosimilar) a través del ciclo Deming.

Teniendo en cuenta lo expuesto anteriormente, es sencillo identificar los principios del paradigma fractal en la dirección de proyectos, situación que se ha tenido en cuenta en diferentes investigaciones (Cicmil et al. 2009; Curlee and Gordon 2010; Josef Dana 2014; Ojha 2011; Singh and Singh 2002) que adaptan la teoría del caos y la teoría fractal a la gestión de proyectos, alejándose de las concepciones convencionales basadas en la linealidad o la proporcionalidad en la magnitud y escala entre cambio contextual-efecto. En contraposición, tratar la gestión de proyectos desde el punto de vista fractal, otorga propiedades como pensamiento a largo plazo, visión dinámica de los procesos, conexiones, interacciones y relaciones con función de retroalimentación y evaluación y análisis continuo para la mejora.

4. Modelos y marcos de trabajo para dirección de proyectos fractales

Teniendo en cuenta lo expuesto en el apartado anterior, existen en la literatura, trabajos que utilizan el enfoque fractal para la **gestión de proyectos**. De entre las más representativas, Josef Dana (Josef Dana 2014) crea un modelo para la definición de estrategias de gestión fractal, teniendo en cuenta un enfoque de gestión de proyectos basado en la teoría del caos; Zhang (Zhang 2013) desarrolla un marco de trabajo para la gestión fractal de proyectos en las organizaciones, teniendo en cuenta el proceso de gestión, comportamiento organizacional, competitividad, reacción del mercado y otros factores como seguridad, tiempos, equipamientos, recursos humanos y calidad. Canavesio y Martínez (Canavesio and Martínez 2007) desarrollan un modelo conceptual fractal para la gestión de proyectos en PYME incluyendo cartera y programas de proyectos, incluyendo los parámetros de gestión de proyectos de tareas y actividades para el director y equipo de gestión de proyecto: autonomía, orientación a objetivos, auto-similaridad, aprendizaje, auto-optimización y auto-organización. Incluyendo los siguientes como otros trabajos representativos (Yang 2008), (Ryu et al. 2003), (Oh et al. 2011), (Josef Dana 2014), (Prisecaru et al. 2012), (Strazdina and Kirikova 2009).

Existen también estudios que utilizan el modelo fractal para la gestión de competencias profesionales enfocados a la creación de sistemas fractales eficientes de capacidades y habilidades, como es el caso de la gestión de competencias (Deng, Peng, and Huang 2009), gestión de la motivación (Li and Li 2009), el modelado del conocimiento (Nonaka et al. 2014) o la toma de decisiones (Herghiligiu et al. 2013) en las actividades y procesos del proyecto.

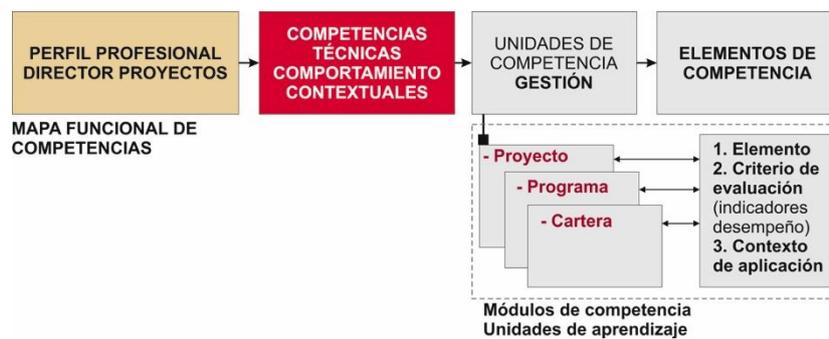
5. Arquitectura fractal de competencias para la dirección de proyectos

Las competencias que un director de proyectos debe adquirir corresponden a las respuestas profesionales que materializará a través de sus acciones sobre los requerimientos de las actividades y tareas del proyecto, programa o cartera; las mismas son planificadas y llevadas a cabo en una organización concreta, un sector productivo específico, una actividad determinada, dentro de un contexto social y económico característico cuya combinación determina el **perfil profesional específico del director de proyectos**. El conjunto de competencias que un director de proyectos debe adquirir es complejo y multi-dimensional; incluye competencias personales, sociales y profesionales. Adquirir dichas competencias, no solo implica una formación especializada en gestión relativa a un ámbito técnico del proyecto (gestión de tiempos, costes, calidad, adquisiciones, riesgos, etc.), sino un marco de experiencia variada relativa a habilidades sociales (seguridad, higiene, medio-ambiente,

ámbitos legales, negocio, etc.) y habilidades individuales (creatividad, relajación, eficiencia, consulta, negociación, resolución de conflictos, etc.).

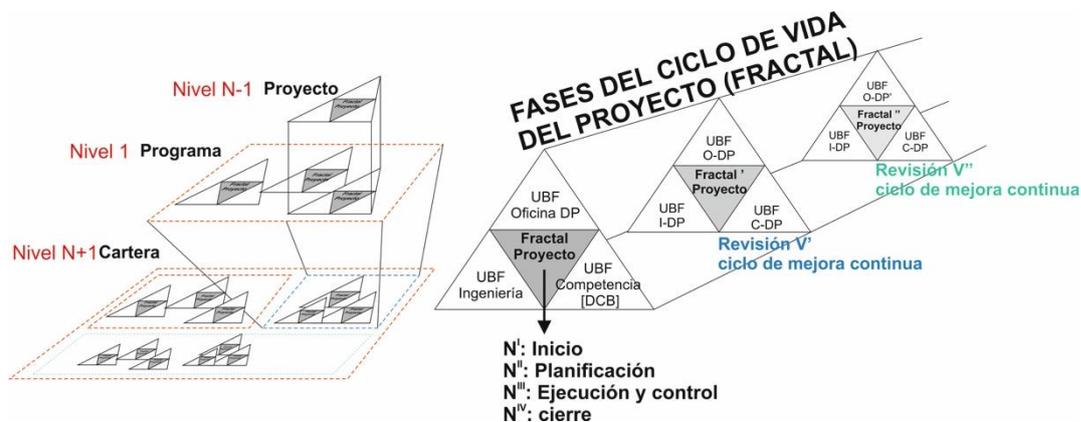
Como se analizó en apartados precedentes, no existe un consenso para el conjunto de competencias específicas que debe adquirir el DP. Los estándares de competencias actuales se caracterizan por tener diferentes estructuras del conocimiento y habilidades del DP, siendo difícil encontrar una concordancia entre las diferentes acreditaciones. Es entonces de interés desarrollar y **definir un perfil profesional del DP global y estándar** (figura 2), a través de la definición de las unidades de competencias profesionales comunes, independientemente de los estándares desarrollados; en este perfil, podrán ser integrados de forma específica las guías para la adquisición de competencias existentes, como manera de facilitar el aprendizaje del DP. Para este propósito, el marco de trabajo fractal es el más adecuado.

Figura 2. Estructura del perfil profesional del director de proyectos



La arquitectura fractal de competencias desarrollada se describe de forma sintética en los siguientes sub-apartados; la misma corresponde a un proyecto actualmente en desarrollo. Para la creación del catálogo modular de competencias en gestión de proyectos, se ha realizado un análisis funcional de las actividades que lleva a cabo el DP partiendo de un estudio de las competencias definidas en los estándares actuales, encontrando patrones similares de definición y clasificación de las competencias propuestas. A continuación, se crea según el marco de trabajo del paradigma fractal, la arquitectura del proyecto fractal (figura 3 y 4), la contextualización del perfil profesional del DP (figura 5), y la definición de los módulos de competencia cuyo resultado es un conjunto de unidades de competencia que podrán ser adquiridas paulatinamente por el DP (se muestra un ejemplo de una unidad de competencia en la figura 6 y tabla 3).

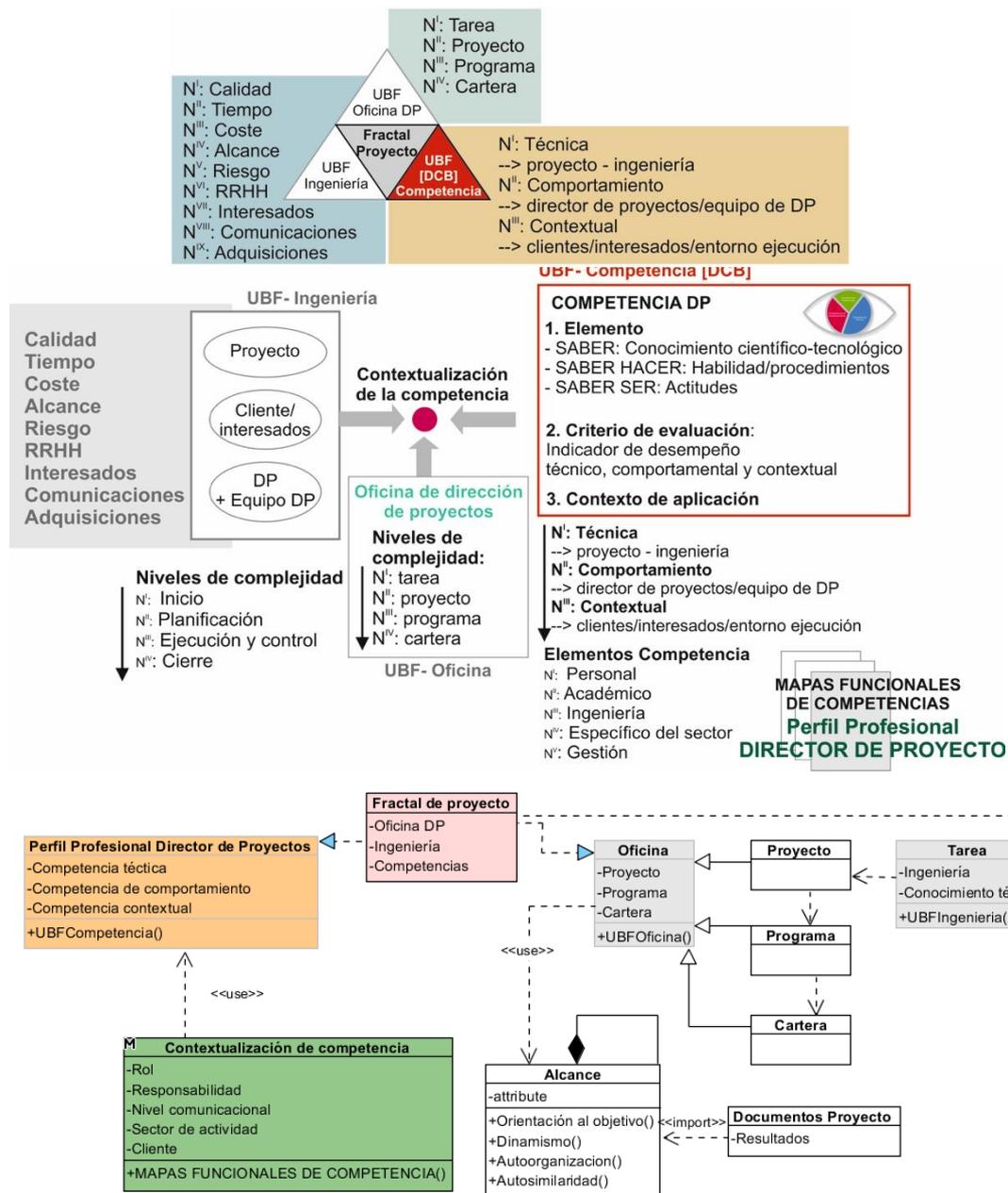
Figura 3. Arquitectura fractal de proyectos



La figura 4 muestra la unidad básica fractal, entendida como el patrón de repetición en todos los módulos de competencia para crear el perfil profesional completo del DP. En la misma, se

encuentran las unidades básicas que debe tener cualquier programa de formación para alcanzar el nivel superior de competencia (cartera de proyectos).

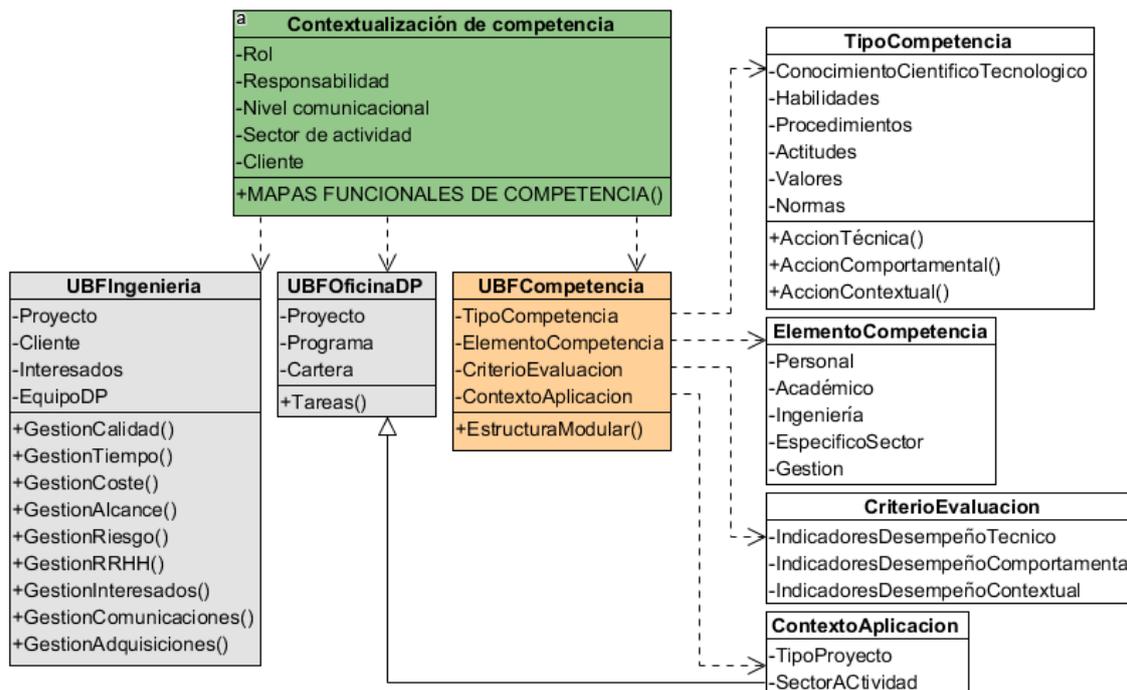
Figura 4. UBF para proyectos fractales; y modelo de contextualización de la competencia



La UBF planteada es genérica, y podrá adaptarse a cualquier contexto de gestión de proyectos. Para realizar este proceso, será necesario llevar a cabo una especialización del conocimiento, habilidades y aptitudes del DP para un sector de actividad concreto y para los proyectos específicos dados en él. La figura 5 muestra la estructura de información necesaria para llevar a cabo la contextualización de la competencia; este proceso permite crear el perfil profesional de competencias del PM adaptadas al contexto característico. Como ilustración del resultado de la realización de los mapas funcionales descritos, la figura 5 establece la estructura de diseño genérica de una competencia; el conjunto de información establecido será el utilizado posteriormente para la definición de las competencias concretas dentro de

cualquier estándar internacional de dirección de proyectos. En el caso de la NCB, permitirá obtener resultados estructurados para las competencias técnicas, de comportamiento y contextuales. Por último la tabla 3 recoge el resultado de un mapa funcional de la competencia de integración de acciones y operaciones de un proyecto, programa o cartera. Las diferentes propuestas se determinan a partir de la metodología de análisis funcional donde se identifican las necesidades del contexto socio-económico del perfil profesional, incluyendo los avances tecnológicos, el desarrollo científico y tecnológico en el área específica de formación para la cual se generará el perfil profesional.

Figura 5. UBF para proyectos fractales; y modelo de contextualización de la competencia



6. Conclusiones

Es de interés definir de forma sencilla y estructurada el conjunto de competencias para crear los programas de formación y de adquisición de las mismas a partir de un perfil profesional formado por módulos de competencia auto-similares; la teoría fractal es adecuada para gestionar la complejidad y crear una arquitectura de competencias con estas características. La propuesta estándar de diseño de competencia realizada en el presente trabajo ha permitido establecer una arquitectura de la competencia de gestión para agilizar la formación del director de proyectos, así como facilitar la creación de los programas de formación especializados acordes a sus actividades dentro de cada estándar internacional existente; por último, la propuesta facilita las actividades de gestión, con la reducción de teniendo organizadas las tareas según los tipos de competencias ligadas con las actividades de la gestión del proyecto.

Tabla 3. Mapa funcional de una unidad de competencia: integración

UBF_C - Perfil profesional Director de proyectos				
COMPETENCIA: GESTIONAR PROYECTO DE FORMA INTEGRADA EN TODO EL CICLO DE VIDA				
Propósito clave	Integración y coordinación de los diferentes elementos del sistema dentro de los procesos/tareas en el ciclo de vida según tiempo, coste y calidad.			
Función Principal (unidad de comp.)	(1) Identificar, (2) definir, (3) combinar, (4) unificar, (5) coordinar - Elementos sobre los que se aplica la competencia: procesos, tareas, recursos materiales, recursos humanos, interesados - Requerimientos a tener en cuenta: tiempo, coste, calidad, riesgos			
Elementos de la comp.	Función Elemental – Básica (elementos de competencia) (1) Elementos técnicos	Función Elemental – Básica (elementos de competencia) (2) Elementos comportamiento	Función Elemental – Básica (elementos de competencia) (3) Elementos contextuales	Meta-funciones (4) meta-capacidades
Director proyecto	1 - Definir el alcance del sistema (proyecto, programa, cartera) 2- Planificar gestión del sistema (división del trabajo) 3- Dirigir y controlar la ejecución del sistema 4 – Verificar el desempeño del sistema 5 – Controlar la variación de la planificación en la ejecución del sistema 6 - Controlar cambios	- ORGANIZAR - COORDINAR - MOTIVAR - RESOLVER CONFLICTOS - Incorporar los criterios de seguridad y Salud - Facilitar la participación de los miembros del equipo de DT/trabajo. - Crear y mantener la implicación social de los interesados	- Gestión de equipo: guiar al equipo de DP en la aplicación de las unidades de competencia específicas - Promover el desarrollo local - Considerar los aspectos medio-ambientales del proyecto	Responsabilidad , Presencia, aceptación, escucha, relajación, consulta. Creatividad, innovación, empatía, flexibilidad, resiliencia, persistencia. Mejora continua Preparación Exploración Aprendizaje Acción Revisión
Director programa	+ Gestionar la transición de sistemas, financiera, planificar la asignación de recursos y asignación de activos; seleccionar los marcos y mejores técnicas de gestión.	+ - NEGOCIACIÓN - INDEPENDENCIA - Establecer el caso de negocio más idóneo para la organización - Maximizar la calidad de la relación con el cliente	- Controlar las interdependencias entre proyectos - Implementar los elementos de competencia en proyectos - Seleccionar metodologías, técnicas y herramientas de proyectos o programas más adecuados	
Director cartera	+ - Controlar las interdependencias entre programas - Definir, cuantificar, medir y monitorear los beneficios - Coordinar los recursos y asignación de activos - recursos - Equilibrar demanda y oferta - Integrar objetivos estratégicos	- Asegurar la satisfacción del cliente - Optimizar procesos durante la ejecución del proyecto - Flexibilizar y velar por la responsabilidad organizacional - Asegurar la viabilidad técnica y económica de la cartera - Optimizar y alcanzar resultados de calidad	- Equilibrar la cartera - Optimiza costos con la eliminación de superposiciones - Maximizar el desempeño de proyectos y programas - Divulgar resultados exitosos de dirección de proyectos y programas ante clientes e interesados - Priorizar proyectos y programas para la cartera - Velar por la responsabilidad social corporativa - Gestión de equipo: guiar a los directores de programa y proyecto en la aplicación de las unidades de competencia específicas	

7. References

AENOR. 2012. *ISO 21500*.

Brown, James T. 2010. "Max's Project Management Wisdom." *The handbook of Program Management: How to facilitate project success with optimal program management* 265.

Canavesio, M.Mercedes and Ernesto Martinez. 2007. "Enterprise Modeling of a Project-Oriented Fractal Company for SMEs Networking." *Computers in Industry* 58(8-9):794-813.

Cicmil, Svetlana, Terry Cooke-davies, Lynn Crawford, and Kurt Richardson. 2009. *Exploring the Complexity of Projects: Implications of Complexity Theory for Project Management Practice*. New York: Project Management Institute.

Curlee, Wanda and Robert L. Gordon. 2010. *Complexity Theory and Project Management*. New York: Wiley.

Deng, Xiuquan, Jinmei Peng, and Haorun Huang. 2009. "Research on the Fractal Company Modeling Based on Competence." *IE and EM 2009 - Proceedings 2009 IEEE 16th International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management* 2136-40.

Herghiligiu, Ionut Viorel, Mihaela Luminita Lupu, Christian Robledo, and Abdessamad Kobi. 2013. "A New Conceptual Framework For Environmental Decision Based on Fractal Philosophy." *Environmental engineering and management Journal* 12(5):1095-1102.

IPMA. 2013. *Design and Management of Sustainable Built Environments*. edited by R. Yao. London: Springer London.

Josef Dana. 2014. "Chaos Theory in Project Management." Masaryk University, Faculty of informatics.

Karaulova, T., I. Poljantshikov, E. Shevtshenko, and S. Kramarenko. 2014. "Fractal Approach for Manufacturing Project Management." *Mechanics* 20(3):352-59.

Kirikova, Marite. 2009. "Towards Multifractal Approach in IS Development." Pp. 295-306 in *Information Systems Development*. Springer US.

Kwangyeol, Ryu. 2003. "Fractal-Based Reference Model for Self-Reconfigurable Manufacturing Systems."

Li, Huaibin and Xiang Li. 2009. "An Analysis of the Double-Module Fractal Structure of Enterprises and Its Forming Motivations and Mechanism." Pp. 422-25 in *2009 International Workshop on Chaos-Fractals Theories and Applications*. IEEE.

Nonaka, Ikujiro, Mitsuru Kodama, Ayano Hirose, and Florian Kohlbacher. 2014. "Dynamic Fractal Organizations for Promoting Knowledge-Based Transformation - A New Paradigm for Organizational Theory." *European Management Journal* 32(1):137-46.

Oh, Seungjin, Kwangyeol Ryu, Ilkyeong Moon, Hyunbo Cho, and Mooyoung Jung. 2011. "Collaborative Fractal-Based Supply Chain Management Based on a Trust Model for the Automotive Industry." *Flexible Services and Manufacturing Journal* 22(3-4):183-213.

Ojha, N. 2011. "Modern Project Management and Chaos Theory - Conference." in *Tenth International Conference on Operations and Quantitative Management*. Nashick, india.

PMI. 2013. *A Guide to the Project Management Body of Knowledge*. New York: Project Mgmt Inst.

Polyantchikov, Igor, Eduard Shevtshenko, and Sergei Kramarenko. 2009. "Fractal Management Approach for the Manufacturing Projects in the Collaborative Networks of

- SME-S." *Journal of Machine Engineering* 9(4):81–93.
- Prisecaru, Bianca, Daniel V. Nicolescu, Valentina Persideanu, and Adrian V. Moise. 2012. "The Process Approach as a Fractal Structure for Continuous Improvement of the Organizations." *UPB Scientific Bulletin, Series D: Mechanical Engineering* 74(3):253–66.
- Ryu, Kwangyeol, Young-Jun Son, and Mooyoung Jung. 2003. "Framework for Fractal-Based Supply Chain Management of E-Biz Companies." *Production Planning & Control* 14(8):720–33.
- Singh, Harvir and Amarjit Singh. 2002. "Principles of Complexity and Chaos Theory in Project Execution: A New Approach to Management." *Cost Engineering* 44(23):23–33.
- Strazdina, Renate and Marite Kirikova. 2009. "Change Management for Fractal Enterprises." Pp. 217–39 in *Information Systems Development*, vol. 1. New York: Springer.
- Tromboni, Paulo and Eduardo Pinheiro. 2006. "The Fractal Structure for Integrated Product Development: A New Metaphor Based on the Case of EMBRAER." Pp. 1–14 in *30º Encontro da ANPAD*. Brasil.
- Warnecke, Hans-Jürgen. 1993. *The Fractal Company: A Revolution in Corporate Culture*. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Wideman, R.Max. 2004. *A Management Framework: For Project, Program and Portfolio Integration*. Bletchley: Trafford Publishing UK Ltd.
- Yang, Wang. 2008. "Study the Logistics Financial Management of Supply Chain System Engineering Based on the Fractal Theory." 1–8.