

PROPUESTA DE UNA GUIA PARA PROYECTOS DE INVESTIGACION Y DESARROLLO EN CONSTRUCCION

(*) Profesor Agregado. Investigador en el Area de Desarrollo Experimental del IDEC , FAU, UCV.

Ute Wertheim de Romero (*)

RESUMEN

Se presenta la definición de un modelo flexible de interpretación propuesto como procedimiento a seguir, que facilita la formulación y el desarrollo de los proyectos de investigación y desarrollo tecnológico referido al diseño de componentes constructivos, a través de un esquema no rígido de los pasos del proceso de investigación y desarrollo, indicando las fases y etapas de ejecución de dichos proyectos.

El esquema adaptable permitirá implementar todo el proceso y ofrecer una salida para mejorar los resultados deseados en el desarrollo de proyectos de investigación, los cuales serán evaluados a través de la calidad del producto final.

INTRODUCCION

El planteamiento que a continuación se expone constituye un capítulo del trabajo titulado: REQUERIMIENTOS PARA EL DISEÑO DE COMPONENTES CONSTRUCTIVOS, cuyo objetivo general consiste en detectar los aspectos más resaltantes para el desarrollo de los proyectos de Investigación y Desarrollo Tecnológico en el campo de la construcción referidos al diseño de componentes constructivos y fortalecimiento de los instrumentos (pautas y lineamientos) indispensables para el desarrollo de esos productos.

Proviene del diagnóstico de las actividades realizadas en el Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción (IDEC) vinculado al campo del desarrollo tecnológico, en donde se realizan Proyectos de I y D con una visión del proceso de producción que considera a las edificaciones como el producto de la especificación y organización de componentes, con el propósito de ofertarlos al país como alternativas para satisfacer demandas reales.

Este estudio tiene como objetivo básico, la definición de un modelo como procedimiento a seguir para el desarrollo de los proyectos, a través de un esquema de los elementos del proceso de I y D, indicando las fases y etapas de los proyectos.

Este esquema es producto del planteamiento de diversos autores (Bonsiepe, Morris, Hall, entre otros), así como también de los resultados del diagnóstico del IDEC y de otras experiencias en torno a esta problemática.

PROCESO DE INVESTIGACION Y DESARROLLO TECNOLÓGICO

El planteamiento de un Proyecto de Desarrollo Tecnológico, bajo el enfoque hacia el diseño de tecnología para el desarrollo de componentes constructivos -c.c.- y/o sistemas de edificaciones -s.e.- : de componentes industrializados, considerados como productos del Sector Construcción, solo es posible mediante una adecuada organización de la producción y de las actividades necesarias y del cumplimiento de los aspectos de requerimientos como punto clave del diseño.

Entre otros, deben definirse los criterios para la selección y formulación de proyectos de I y D, las técnicas para el control y supervisión de los proyectos, y las técnicas para la evaluación de proyectos.

La vinculación de los Centros de I y D, con el Sector Industrial requiere de una serie de mecanismos y actitudes para propiciarlas entre éstos, vale destacar:

- Revisar y evaluar los proyectos del I y D -si son rentables, no solo técnicamente sino también económicamente-.

- Estudiar la capacidad tecnológica y las necesidades del Sector Industrial.

- Desarrollar los instrumentos, método y procedimientos a través de los cuales las empresas pueden identificar y precisar mejor sus necesidades y oportunidades tecnológicas específicas.

- Evaluar la capacidad instalada en los Centros, equipos y personal desde el punto de vista de las empresas y usuarios.

- Promover la participación del sector privado en la selección de prioridades, orientación de programas, diseño y evaluación de los proyectos y servicios.

- Garantizar recursos financieros orientados al desarrollo tecnológico mediante instrumentos políticos.

Dentro de este marco general, se deberán plantear los proyectos de I y D tecnológico cuyo proceso no es más que el resultado de una serie de fases y etapas que constituyen una determinada investigación. Estas fases, relacionadas entre sí, que se solapan y retroalimentan mutuamente, conforman un proceso no lineal.

A continuación señalaremos las fases más resaltantes en la ejecución de un proyecto de Desarrollo Tecnológico.

FASES DE EJECUCION DE PROYECTOS DE DESARROLLO TECNOLÓGICO

Jorge Sábato* señala: "la producción de tecnologías es el resultado de la confluencia organizada de variados factores". Este concepto nos confirma, que todo proceso de desarrollo de un producto en el campo de la construcción está constituido por una serie de fases relacionadas entre sí, en donde el proceso de diseño parte de: la experiencia acumulada de otras investigaciones, de soluciones similares, etc. Este proceso no es lineal, está sometido a un proceso de interacción constante, en donde las fases se solapan y retroalimentan mutuamente.

Ya nos hemos referido a que el resultado de un proyecto puede ser de diversa índole -un producto o un servicio- productos físicos o informaciones. En nuestro caso nos referiremos al diseño de tecnología para el desarrollo de c.c. y/o s.e. A continuación haremos una breve descripción de las Fases de Metodología de Proyecto de Desarrollo Tecnológico basado en la síntesis de los esquemas planeados por diferentes autores, Gui Bonsiepe, Milani Rodolfo, entre otros. Según los autores

citados, las fases del proceso se agrupan secuencialmente en:

Fase Conceptual
Fase de Definición
Fase de Producción
Fase de Operación
Fase de Evaluación

Fase Conceptual: Parte de la existencia de una necesidad proveniente de un cliente externo o del diseñador mismo. Se describe el problema, se evalúa la conveniencia y posibilidad de afrontar la solución al problema, a través de el diseño y la búsqueda de información referente al proceso de producción. Se revisan las alternativas de solución y se selecciona una para ser desarrollada. Algunos autores denominan esta fase: Estructuración del problema, planificación exploratoria; planteamiento de una necesidad, especificación preliminar; establecimiento de una necesidad.

Fase de Definición: Se evalúa y se afina la solución escogida para rechazarla o continuar en su desarrollo. El producto se somete a un proceso continuo de correcciones o ajustes hasta llegar al diseño definitivo, especificando todos sus elementos y realizando un análisis de costo. Se diseña la línea de producción, seleccionando y determinando las fases y operaciones adecuadas, especificaciones de los equipos y maquinarias, mano de obra e insumos requeridos en el proceso de producción. Se diseñan y fabrican los moldes o encofrados dependiendo del tipo de producto, luego se realizan los ajustes necesarios. Si se trata de componentes, se definen las uniones y fijaciones entre los elementos. Luego se someten a distintas pruebas, ensayos, mediciones, requerimientos y exigencias. Se construye un prototipo y se determina el proceso de montaje. Algunos autores denominan esta fase: Planificación del desarrollo o desarrollo; anteproyecto y proyecto detallado, especificación técnica y diseño, análisis y selección; descripción concepción y diseño de detalles y procesos de fabricación.

Fase de Producción: Se procede a una producción experimental o producción piloto, la cual será evaluada. Si se requieren modificaciones se recurre a un estudio

del proceso de producción y se define el proceso de fabricación definitivo. Se diseñan los empaques, almacenamiento y transporte del producto. Se realizan ajustes en los precios de los productos y por último se hace la evaluación del mismo y de su proceso. Algunos autores denominan esta fase: Realización del proyecto; desarrollo y seguimiento; planeación; producción distribución consumo; implementación; fabricación y ensayo del prototipo.

Fase de Operación: Consiste en la producción de manuales o instructivos del montaje, operación, recomendaciones generales, secuencia de ensamblaje: mano de obra y equipos necesarios y recomendaciones para el mantenimiento y reparación del producto. Algunos autores denominan esta fase: Comunicación de resultados; material para operación y mantenimiento.

Fase de Evaluación: Se realizan estudios para futuras modificaciones y/o ajustes del proceso y/o del proceso. El seguimiento y control del producto y del proceso en el tiempo, generando ideas y recomendaciones sobre nuevas posibilidades de uso.

Adoptando y siguiendo estas fases proponemos que los proyectos deberán afrontar todas las etapas de los proyectos de desarrollo tecnológico, desde la determinación de los problemas hasta el desarrollo experimental de las soluciones propuestas: procesos que dependerán del objeto a solucionar (mejorar algún proceso de trabajo, modificar algún componente, etc.); de tal manera que los resultados de los proyectos serán de variada índole: manuales o cartillas de construcción, recomendaciones y criterios de diseño así como materiales y componentes innovados.

Lo importante en el esquema que se plantea es la flexibilidad de interpretación para adecuarse a cualquier situación particular. En algunos casos no será necesario seguir todos los pasos, otras por su naturaleza requerirán de fases no incluidas en el esquema. No constituye una metodología estricta o un procedimiento rígido para resolver el problema, debe entenderse con flexibilidad para obtener ciertos resultados. Partiendo de estos lineamientos del proceso de diseño e incorporando algunas ideas, en términos generales las Fases de los Proyectos pueden describirse de la manera siguiente:

ESQUEMA GENERAL : FASES DE LOS PROYECTOS DE I y D

FASES	ETAPAS
1. FASE CONCEPTUAL: (formulación del problema)	ESTUDIO Y BUSQUEDA DE INFORMACION 1.1. Identificación de una necesidad y su valoración. a. Identificación de los problemas b. Revisión del estado de arte 1.2. Formulación del problema o formulación del proyecto de I y D
2. FASE DE DEFINICION: (desarrollo de alternativa)	ANALISIS Y PLANTEAMIENTOS DE NUEVAS SOLUCIONES 2.1. Diseño a. Generación de soluciones b. Estudio de factibilidad 2.2. Elaboración de modelos 2.3. Ajustes al diseño
3. FASE DE DESARROLLO: (resultado o proposición)	DESARROLLO DE LAS SOLUCIONES PROPUESTAS 3.1. Desarrollo del proyecto técnico a. Diseño y especificaciones (requerimientos para el diseño) b. Proceso productivo, método de producción c. Proceso de montaje (ensamblaje) d. Adecuación a las condiciones externas (requerimientos de habitabilidad) e. Experimentación en laboratorio f. Evaluación y ajustes
4. FASE DE PRODUCCION: (verificación y comprobación práctica)	APLICACION EXPERIMENTAL 4.1. Construcción de prototipos 4.2. Evaluación y ajustes (modificaciones) del resultado
5. FASE DE OPERACION: (aplicación)	DIVULGACION Y APLICACION 5.1. Elaboración de la documentación 5.2. Propuesta Final a. Programa de aplicación piloto b. Programa de entrenamiento
6. FASE DE EVALUACION: (evaluación)	POSIBILIDADES DE USO 6.1. Producción piloto 6.2. Producción industria

1. Elementos del proceso de Investigación y desarrollo.

A continuación describimos cada una de las etapas planteadas del proceso de I y D al afrontar cada Proyecto en particular.

Fase conceptual: Estudio y búsqueda de información.

1.1. Identificación de una necesidad y su valoración. El inicio del proceso viene demarcado por la existencia de una necesidad expresa o implícita que proviene del cliente (empresa, demanda social) o del propio investigador (o del centro de investigación). Constituye lo que denominamos la propuesta de

proyectos (cuyo resultado es la identificación del tema de investigación).

La etapa de planificación de un proyecto, comienza en esta fase, adoptando el criterio de Martin y Miller **, aparece una serie de preguntas fundamentales, las cuales deberán ser resueltas. Entre ellas tenemos:

- ¿Qué deberá ser hecho?
- ¿Cuándo ocurrirá?
- ¿Cuánto costará?
- ¿Quién lo hará?
- ¿Que productos o servicios se obtendrán como resultado de ese esfuerzo?
- ¿Cuales son las responsabilidades del proyectista y del cliente?

- ¿Quién será el responsable de la aprobación del producto a la conclusión del proyecto?
- ¿Cómo será medido el progreso real del producto?
- ¿Con cual o cuáles empresas o industrias se trabajará?

El establecimiento de la necesidad permite plantear el problema a resolver. Esto implica:

a. Identificación de los problemas: estudio de técnicas actualmente utilizadas, identificando sus problemas y potencialidad de mejoras. Luego se realiza un balance a profundidad de la situación bibliográfica del tema de investigación, el cual puede realizarse a tres niveles:

- teoría: estudios tipológicos, económicos, técnicos, etc.
- práctico: productos, metodología
- realizaciones y experiencias concretas

b. Revisión del estado de arte: estudio comparativo de otras experiencias con las formas actualmente utilizadas. Constituye el marco de referencia.

• Estudio bibliográfico y antecedentes. Implica: Realizar un balance de situación bibliográfica del tema de investigación con respecto a productos, metodologías, estudios económicos, realizaciones y experiencias concretas: valoración y fiabilidad de los resultados. Antecedentes: nacionales, internacionales y experiencias personales.

• Evaluación de la práctica sobre el tema. Criterios aplicados actualmente. Información de experiencias, estudios o realidades, paralelas o afines al tema propuesto.

• Estudio de componentes existentes: Análisis de los materiales utilizados en el mercado nacional y de las empresas nacionales productoras de los componentes.

• Estudio de diferentes procesos tecnológicos utilizados para la producción de los componentes aplicados a la industria de la construcción.

-Materias primas o semi-elaboradas. Características mínimas.

-Análisis de materiales a utilizar y las técnicas apropiadas (materiales y procesos).

• Datos cuantitativos sobre los componentes, su

ensamblaje y usos, producción, tecnología.

- Análisis de las soluciones existentes
- Experiencias realizadas sobre el tema
- Aspectos costos
- Complejidad
- Mantenimiento
- Documentación

Todo esto permite realizar una descripción detallada del problema a resolver, para proceder a evaluar la conveniencia y posibilidad de afrontar la solución del problema. Una vez aceptado el problema y sus posibilidades y vías de solución se procede a la formulación definitiva del Proyecto de I y D.

1.2. Formulación del problema o formulación del proyecto de investigación y desarrollo:

La etapa se inicia definiendo un plan del proyecto. Según Amaru*** entre los aspectos más importantes a definir tenemos:

- Denominación del proyecto: título
- Objetivos del proyecto: ¿Cuál es el problema o problemas que el proyecto va a resolver?
- Resultados del proyecto: ¿productos o informaciones?
- Requisitos del proyecto: características del producto o información.
- Clientes/Beneficiarios
- Actividades

La formulación del proyecto constituye la "estrategia de desarrollo" representada en un documento escrito, compuesto, de las siguientes partes, basadas en los planteamientos de Bonsiepe: ****

a. Introducción: en la que se exponen los motivos que han conducido al proyecto con argumentos (proposición, motivaciones, condicionantes, problemática, planteamiento)

b. Fundamentación y viabilidad (conocimiento del estado de arte): consideraciones generales. Proposición. Antecedentes. Criterios generales.

c. Objetivos: (resultados a los cuales se quiere llegar):
 -finalidad general, donde se destacan los resultados
 -finalidad específica, en la que se describen con detalle las finalidades parciales del proyecto.

generales que se quieren alcanzar con el proyecto.

d. Programa de trabajo: dentro del cual el trabajo está subdividido por etapas, con la indicación de lo que se tiene que realizar, identificando al final los objetivos propuestos.

e. Plan de trabajo: que contiene la secuencia de actividades en cada etapa, incluyendo tiempo de ejecución.

f. Recursos: humanos, materiales.

g. Costos: del personal (directo o indirecto), materiales, construcción de modelos (maquetas) y prototipos, material audiovisual, documentación gráfica, equipos, publicidad, etc.

h. Acuerdos jurídicos: convenios, contratación, patentes, etc.

i. Resultados y aplicación de resultados

j. Alcances: ¿qué pretende resolver el producto y cómo?

k. Métodos: los pasos de la investigación y los métodos de análisis.

l. Usos potenciales: empleo de los resultados, usuarios y acceso.

Una vez conocido el estado de arte respectivo del área de estudio, con este, obtendremos una gama de posibles vías de solución.

2. Fase de definición: Análisis y planteamientos de nuevas soluciones. Constituye el desarrollo de alternativas.

2.1. Diseño: Esta etapa corresponde al establecimiento de los parámetros que deberán ser evaluados y cuantificados. En ella se elaboran las soluciones factibles que responden a las condicionantes fundamentales (lo que podríamos denominar: las premisas o hipótesis del problema) generando una gama de posibles soluciones.

a. Generación de soluciones: proposición de soluciones y revisión de su factibilidad de desarrollo, incluyendo:

- conceptos generales
- definición de los elementos a producir
- modificación a los procesos de trabajo que se intentan mejorar.
- definición de las formas de producción
- factibilidad técnica y económica (en un primer nivel).

-determinar si la propuesta es atractiva en términos de necesidad y probabilidad de éxito.

Definiendo:

● **Proposición inicial del desarrollo** tomando en consideración entre otros aspectos:

- relaciones geométricas
- criterios estructurales
- elementos de producción
- elementos de montaje
- uniones
- especificaciones

● **Definición de los elementos:**

- aspectos tecnológicos
- análisis de costo
- pruebas de diseño (aplicación)
- memoria descriptiva

● **Documentación del anteproyecto**

b. Estudio de factibilidad: determinación de los gastos en cada una de las fases para decidir si vale la pena continuar con el diseño. Deben considerar los aspectos de revisión de su factibilidad técnica y factibilidad económica, aunque sea en su primer nivel de factibilidad de desarrollo.

2.2. Elaboración de modelos: Ellos permiten medir cuantitativamente los parámetros manejados en el diseño así como ir conociendo las características y especificaciones del producto.

2.3. Ajustes al diseño: Se establece una constante retroalimentación del proceso de diseño, nutriendose de los resultados de los modelos y/o ensayos, lo cual permite evaluar y afinar las posibles soluciones factibles. Permite definir las características del producto (tamaño, forma, dimensiones), diseño integral del mismo, establecer las bases para la selección de los insumos (materiales y componentes).

Esta etapa permite igualmente definir los puntos claves que deben ser objeto de una investigación más profunda así como desechar las soluciones, o en caso más extremo el propio proyecto de I y D.

Luego de considerar las factibilidades, se obtienen posibles ideas de desarrollo.

3. Fase de Desarrollo: Esta fase complementa la fase anterior, aunque se considera separada. Está conformada por las etapas referidas al desarrollo del proyecto técnico de la solución seleccionada. Adquiere singular importancia. Constituye la fase intermedia entre la fase de definición y la fase de producción. Comprende:

Desarrollo de las soluciones propuestas.

Constituye el resultado o proposición.

3.1.Desarrollo del proyecto técnico. Consiste en pasar al diseño detallado y a la experimentación de los aspectos que lo requieren. Afrontando:

- requerimientos para el diseño
- diseño y especificaciones de los componentes (función)
- tecnología de productos (producción y ejecución)
- usos (aplicación)

Implica tomar en cuenta para los componentes entre otros aspectos los siguientes:

- estudio de la racionalización
- análisis y tipificación, normalización
- industrialización, prefabricación
- planteamiento de nuevas soluciones
- análisis del proceso de producción
- complejidad
- materia prima

a.Diseño y especificaciones. Comprende:

- diseño detallado del componente y sus reglas de empleo, uniones.
- procedimiento constructivo
- soluciones de proyecto (generando una amplia gama de soluciones diversas)
- cómputos métricos y especificaciones
- costos
- acabados
- aspectos de mantenimiento
- documentación

b.Proceso productivo, método de producción. Incluye:

- proceso tecnológico para la producción de componentes (tecnología a utilizar-proceso productivo)
- análisis de los factores: insumos, mano de obra, maquinaria y equipos.

- organización del procedimiento
 - diseño de herramientas para la producción
 - documentación
 - costos
 - cómputos métricos y especificaciones
- c.Proceso de montaje (ensamblaje).** Se refiere a:
- diseño de herramientas para el montaje
 - diseño de uniones
 - proceso tecnológico
 - documentación

d.Adecuación a las condiciones externas (tales como: requerimientos de habitabilidad):

- clima (lluvia, sol, viento, humedad, etc.)
- seguridad (sismo)
- fuego, entre otros

e. Experimentación en laboratorio

- ensayos y pruebas

f. Evaluación y ajustes

- al diseño
- a la producción
- al montaje

Una vez obtenidas las soluciones, procesos y métodos del producto planteado, se procede a la fase del proceso experimental.

4. Fase de producción: Aplicación experimental (en la industria) Constituye la etapa experimental de aplicación. Es decir: la construcción del prototipo con carácter experimental. Comprobar las ventajas supuestas en las condiciones reales de aplicación, condiciones del medio, etc. Constituye la etapa de verificación, comprobaciones prácticas de los planteamientos realizados en las fases anteriores.

4.1.Construcción de prototipos (ensayos de producción, geometrías, uniones, etc.) El objetivo es asegurar que el modelo de investigación planteado se asemeje al producto final: se realiza la adecuación del proceso de producción, las especificaciones del producto, la cantidad de insumos requeridos, mano de obra requerida, herramientas y equipos básicos. Incluye:

- diseño de prototipos
- construcción del prototipo
- evaluación y ajustes a la solución planteada
- ensayo de materiales y componentes, comprobación
- determinación del costo (o precios del producto)

-evaluación del proceso de producción, de montaje, etc.

4.2. Evaluación y ajustes del resultado (reciclado):

La construcción del prototipo permite realizar los ajustes y modificaciones al proceso de producción mediante la correlación entre lo establecido y los ensayos de producción.

5. Fase de operación: Divulgación y aplicación.

5.1 Elaboración de la documentación:

-catálogos
-cartillas o manuales de construcción

5.2 Propuesta final. Conformar:

-proyecto detallado del componente y técnica a emplear
-proyecto de producción
-elaboración del informe final

También:

a. Programa de aplicación piloto

-diseño del programa piloto

b. Programa de entrenamiento

6. Fase de evaluación: Posibilidades de uso.

6.1. Producción piloto: Conduce a la determinación del "proceso de producción final". Corresponde a la simulación del proceso de producción en pequeña escala, mediante el cual se cuantifican y califican los factores requeridos para dicho proceso: mano de obra, equipos, costos... Constituye la etapa definitiva de la evaluación del producto y su proceso, lo cual corresponde el paso previo para la producción industrial.

REFLEXION FINAL

Este trabajo ha sido concebido para ampliar el universo de conocimientos, organizativos y metodológicos, necesarios a ser considerados en la toma de decisiones que se deben asumir al elaborar soluciones y/o proyectos para el Sector Construcción. Abarca el aspecto de los instrumentos indispensables como guía para el desarrollo de los productos

tecnológicos, ofreciendo una salida para mejorar los resultados en el desarrollo de proyectos de Investigación y Desarrollo en cuanto a rendimiento; también como material práctico que facilita la formulación y desarrollo de los proyectos, para poder evaluar todo el proceso de investigación y el producto final: va dirigido a investigadores, proyectistas, diseñadores, profesores, industriales y empresarios del Sector Productivo.

En lo que respecta al camino a seguir, considero importante hacer uso de estos esquemas de proposiciones metodológicas y de procedimientos para obtener los resultados deseados, los cuales serán evaluados a través de la calidad del producto final. Estos planteamientos estarán sujetos a los ajustes que se requerirán a través de sucesivas aplicaciones y continuas evaluaciones.

NOTAS:

*Sabato, Jorge A. y Michael, Mackenzie. Tecnología: Autónoma o Transnacional. México: Nueva Imagen, 1982

**Martin, M.D. y Miller, Kathleen, (1982) Project planning as the primary management function. —//En: Project Management Quarterly XIII (1) March, pp 31-38.

***Veáse: AMARU, Antonio C. Gerencia de trabajo de equipo. Sao Paulo: Pioneira, 1986

****Gui, Sonsiepe. Teoría y práctica del diseño industrial. Barcelona. 1978. p.154

BIBLIOGRAFIA

AMARUM, Antonio César (1986) Gerencia de Trabalho de Equipe. Sao Paulo: Pioneira.

BONSIEPE, Gui (1978) Teoría y Práctica del diseño industrial. Barcelona

MARCANO GONZALEZ, Luis F. (1986) Comercialización de Tecnología. Una experiencia: TECNIDEC. En: IDEC Tecnología y Construcción N° 2, 1986 pp.97-100

MARTIN, M.D. y MILLER, Kathleen (1982) Project planning as the primary management function. —//En Project Management Quarterly, XIII (1) March, pp.31-38.

MILANI MISTIERI, Rodolfo (1984) Diseño para nuestra realidad. Caracas: Equinoccio Editorial de la Universidad Simon Bolivar.