

# APROXIMACIÓN METODOLÓGICA A LAS APLICACIONES DEL CORBI-IBUN <sup>1</sup> EN LA UNIVERSIDAD NACIONAL

*Carlos Cortés Amador  
Profesor - Departamento de Ingeniería de Sistemas  
Universidad Nacional de Colombia,  
Santafé de Bogotá.*

## **Resumen**

El principal objetivo de este artículo es describir lo que se llama la metodología de prototipos para la obtención de productos informáticos. Aunque ésta ha sido modificada, en este trabajo se hace mención de la versión actual que se utiliza en el proyecto interdisciplinario CORBI.

## **INTRODUCCIÓN**

Gestión, planeación y gerencia es una línea de trabajo del Departamento de Ingeniería de Sistemas. Dentro de esa línea, en el CORBI se han desarrollado varios estudios para el IBUN como a continuación se mencionan:

- a) El análisis de las debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas, análisis DOFA, véase anexo uno
- b) Plan quinquenal (IBUN, 1994)
- c) Estudios prospectivos en biotecnología
- d) Análisis sobre gestión, calidad, *benchmarking*, etc. Estos últimos han servido para realizar tutores con fines educativos.

---

*1. CORBI es un proyecto estratégico que significa Centro de Orientación y Referencia en Biotecnología e Informática del IBUN, Instituto de Biotecnología de la Universidad Nacional, en el cual el Departamento de Sistemas, de la Facultad de Ingeniería ha desempeñado un papel muy importante. El autor de este artículo es investigador del proyecto CORBI.*

Para la realización de este artículo hemos revisado los informes<sup>2</sup> elaborados por la dirección del CORBI para diferentes instancias dentro y fuera de la universidad. Según esta revisión, las principales etapas del CORBI y sus resultados más importantes son los siguientes:

**Primera etapa o de conceptualización** (1989-1990). En ésta se analizan y describen los principales sistemas y redes relacionados con la biotecnología para el establecimiento de las políticas, las estrategias y la metodología que se debe seguir.

**Segunda etapa o de primeros prototipos** (1991). En esta etapa, con el valioso aporte de la dirección del IBUN y el trabajo interdisciplinario con algunos investigadores en diferentes áreas de la biotecnología, se desarrollan aplicaciones que han sido utilizadas en el Instituto de Biotecnología de la Universidad Nacional y en Colciencias. De estas dos etapas, los productos principales son la metodología de prototipos, dos tutores con propósitos educativos, la base de datos bibliográfica y el desarrollo de una aplicación-prototipo sobre el estado de la investigación en biotecnología.

**Tercera etapa o de las primeras revisiones y mejoramientos de prototipos** (1992-1995).

Se mencionan como productos de ésta, los prototipos que se realizaron bajo la modalidad de trabajos de grado que sirvieron para hacer el refinamiento de la metodología de prototipos (estos trabajos se conocen como prototipo de bases de datos). Igualmente se realizaron trabajos importantes como los siguientes: dos sobre prospectiva en biotecnología, otros sobre gestión y gerencia de la investigación y desarrollos biotecnológicos; igualmente se hizo el primer intento de aplicar la metodología de prototipos a una base datos específicos (Ceparío).

**Cuarta etapa o de segunda revisión de la metodología de prototipos y además de las políticas y estrategias del CORBI** (1996-hasta el presente). Como resultado de este nuevo proceso de revisión se reafirma el carácter interdisciplinario del trabajo del CORBI. Los principales productos de esta etapa son, entre otros, un prototipo con propósitos administrativos, una segunda versión del prototipo para el manejo del Ceparío-IBUN, varios tutores en gestión/gerencia y, también tutores para formación en biotecnología.

## I. METODOLOGÍA: CICLO DE VIDA Y PROTOTIPOS

El enfoque del ciclo de vida es uno de los componentes de la metodología combinada, que por simplicidad se llamará metodología de prototipos de aquí en adelante. A continuación se describe el ciclo de vida (Barker R., 1990):

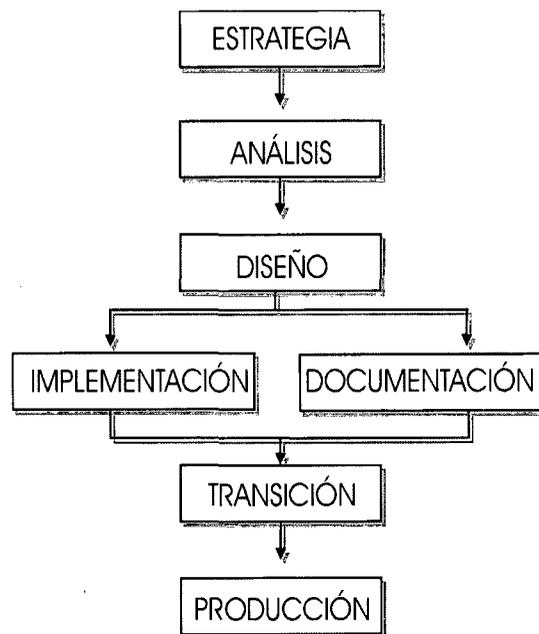


Figura 1. Ciclo de vida.

Cada etapa de la figura anterior está dividida en actividades con un tiempo determinado y con unos recursos definidos de antemano. La misma tarea (administración del proyecto, entrevistas,

2. Informes elaborados para Colciencias, el Cíndec, el IBUN y el Departamento de Ingeniería de Sistemas principalmente (CORTÉS C. 1991, 1992, 1993, 1994, 1995, 1996). Se destaca también el informe de actividades a la Facultad de Ingeniería –año sabático (CORTEZ C. 1997).

encuestas etc.) puede ser repetida varias veces. En la figura 2, se ilustran las técnicas de modelamiento dentro de un contexto determinado, según sus objetivos, prioridades y factores críticos para el éxito.



Figura 2. Técnicas de modelamiento superpuestas.

El orden lógico del ciclo de vida sigue estas etapas: de estrategia, de análisis, de diseño, de implementación, de documentación, de transición y de producción.

El **prototipo** es el segundo aspecto de la metodología impulsada en el CORBI, palabra que está compuesta por el prefijo **proto** que significa prioridad o superioridad; la segunda, **tipo**, significa modelo o ejemplo, pero también significa símbolo representativo de cosas figuradas, forma básica, plan o estructura. En la nomenclatura de Tomás Kuhn prototipo corresponde a paradigma (Kuhn, T. 1995).

En general podemos afirmar que en cada una de las etapas del ciclo de vida se genera un prototipo parcial. La versión que se obtiene al final de la última fase es lo que comúnmente llamamos **prototipo** que sigue seis pasos principales en elaboración (Pressman, R., 1995):

**Paso uno:** evaluación de la petición del usuario para determinar si la aplicación que se va a realizar es un buen candidato para la construcción de prototipos.

**Paso dos:** si la evaluación es positiva, se desarrolla una representación abreviada de requisitos y de especificaciones de diseño para el prototipo. Luego se hacen las revisiones de requisitos y especificaciones.

**Paso tres:** se lleva a cabo un diseño “grueso” sobre aspectos de arquitectura y datos, a alto nivel.

**Paso cuatro:** se hace la elaboración, prueba y refinamiento del *software*.

**Paso cinco:** se presenta esta versión preliminar a los usuarios para que “conduzcan una prueba” y sugieran modificaciones.

**Paso seis:** se repiten los pasos cuatro y cinco hasta cuando todos los requisitos y especificaciones exigidos por los usuarios queden satisfechos.

## II. DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA

(CON BASE EN LAS ETAPAS DEL CICLO DE VIDA)

Como se ha anotado antes, la elaboración del prototipo tiene las siguientes etapas:

- A. Estrategia.
- B. Análisis.
- C. Diseño.
- D. Implementación.
- E. Documentación.
- F. Transición.
- G. Producción.

A continuación se describe cada una de esas etapas y sus actividades, según resumen de Nelson Darío Mora M-Barker, R., 1990.

### A. Etapa de estrategia

El objetivo de la etapa es producir, con la intervención del usuario final, un conjunto de modelos, recomendaciones y un plan para el desarrollo de sistemas de información, los cuales servirán a la organización actual y a sus futuras necesidades, teniendo en cuenta las restricciones organizacionales, técnicas y financieras.

<i>cuadro de actividades</i>
<i>Administrar el proyecto.</i>
<i>Definir el alcance del estudio de la estrategia</i>
<i>Planear el estudio de la estrategia para seguir.</i>
<i>Realizar informes entrevistas y otras búsquedas de información</i>
<i>Modelar los procesos</i>
<i>Realizar sesiones de retroalimentación consolidadas</i>
<i>Documentar los modelos de procesos</i>
<i>Sugerir la arquitectura de la información y hacer algunas recomendaciones</i>
<i>Preparar el plan de desarrollo del sistema</i>
<i>Preparar informes y documentos para la organización de la empresa.</i>

**Cuadro 1. Actividades de la Etapa de Estrategia.**

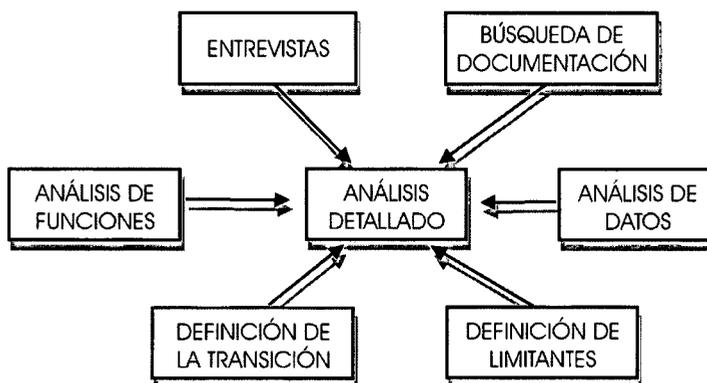
### **B. Etapa de Análisis**

En esta etapa se estudia y verifica el modelo factible que esté al alcance de la organización, según los sistemas existentes. El análisis de los datos incluye una exhaustiva documentación de todos los atributos que sean identificables en la organización. El análisis de las funciones debe involucrar técnicas de diagramación para el uso de los datos, la validación de condiciones y la verificación del estado de los datos.

Esta es una etapa importante, porque asegura que el proyecto vaya en la dirección correcta y en

cierta forma se anticipa a la identificación de necesidades o problemas. La etapa de diseño se concentra en *los cómo* y *no en los qué*, y, produce una base de datos, una arquitectura del sistema, especificaciones de los programas y la documentación que se utilizará en las siguientes etapas.

La figura 3 y el cuadro 2 resumen la etapa de análisis, que es la etapa en que los usuarios y analistas trabajan para desarrollar en detalle los diferentes puntos del plan al que se ha llegado en la etapa estrategia.



**Figura 3. Puntos de vista del análisis.**

<i>cuadro de actividades</i>
<i>Administrar el proyecto</i>
<i>Realizar un análisis detallado del plan</i>
<i>Revisar estándares limitantes y aspectos de diseño</i>
<i>Investigar los detalles de los requerimientos</i>
<i>Proporcionar especificaciones detalladas</i>
<i>Definir las necesidades de auditoría y control.</i>
<i>Definir los requerimientos de respaldo/recuperación</i>
<i>Revisar los resultados del análisis (matrices, diagramas de flujo de datos, jerarquía de funciones, entidades y relaciones) en detalle.</i>

*Cuadro 2 Actividades de la etapa de análisis.*

### **C. Etapa de diseño**

La etapa de diseño toma los requerimientos detallados de la etapa de análisis y encuentra la mejor forma de cumplirlos; luego toma las decisiones adecuadas para proporcionar los ambientes técnicos adecuados<sup>3</sup>. Finalmente se generan las especificaciones de los programas y un plan de prueba del sistema, información, que es usada para confirmar la etapa de estrategia. A continuación se presenta la tabla de actividades de la etapa de diseño.

<i>cuadro de actividades</i>
<i>Administrar el proyecto</i>
<i>Diseñar la aplicación</i>
<i>Diseñar y construir los distintos módulos del gran sistema ( por ejemplo base de datos).</i>
<i>Diseñar las redes de comunicación</i>
<i>Diseñar la auditoría y sus controles</i>
<i>Revisar el diseño y producir las especificaciones de los programas.</i>
<i>Completar el plan de prueba del sistema</i>
<i>Completar la estrategia de transición</i>
<i>Revisar los resultados de la etapa de diseño.</i>

*Cuadro 3. Actividades de la etapa de diseño.*

3. Por ejemplo, antes de cualquier consideración técnica, en un modelo entidad/relación, lo novedoso es diseñar la base de datos sin especificaciones de almacenamiento. El diagrama pictóricamente representa entidades, las relaciones entre ellas y los ámbitos usados para describirlas. Las funciones son trasladadas en módulos y procedimientos manuales, con la información requerida de auditoría/control y puntos de respaldo/recuperación. El diseño de interfaces, reportes y enlaces entre módulos se derivará de esto último. La técnica del prototipo, que según el CASE \* Method es el conjunto de procedimientos que se utilizan en la elaboración de aplicaciones, puede ser usada para ayudar a tomar decisiones sobre áreas de duda, pero debe ser una técnica y no un fin en sí mismo.

#### ***D. Etapa de implementación***

En la etapa de implementación se codifican y prueban los programas, usando las herramientas apropiadas, las que dependen del ambiente técnico y de los tipos de programas involucrados:

<b><i>cuadro de actividades</i></b>
<i>Administrar el proyecto.</i>
<i>Preparar las especificaciones de los programas</i>
<i>Revisar diseños y estimarlos con los programadores</i>
<i>Producir los programas</i>
<i>Preparar, ejecutar y revisar el sistema de prueba</i>
<i>Revisar los resultados de las pruebas.</i>

**Cuadro 4. Actividades de la etapa de implementación.**

#### ***E. Etapa de documentación***

En esta etapa se producen manuales de usuario y manuales de operación. Eso debe ser suficiente para soportar las tareas de prueba del sistema en la etapa concurrente de implementación y la documentación debe ser complementada antes de las pruebas de aceptación en la etapa de transición.

Durante las etapas de estrategia y análisis, todas las funciones son identificadas y documentadas, incluyendo aquellas que son enteramente manuales, y aquellas que involucran una interacción de automatización (en línea). Esta

interacción es investigada además en la etapa de diseño.

La documentación de las operaciones "fuera de línea" es producida también durante la etapa de diseño y los niveles de servicio requeridos. Toda esta información es ahora producida conjuntamente para asegurar que los usuarios y las operaciones estén preparadas.

En la etapa de implementación se codifica y prueba el sistema, y en la etapa de documentación se desarrollan los procedimientos requeridos y entrenamiento en paralelo con la implementación.

<b><i>cuadro de actividades</i></b>
<i>Revisar los resultados de las pruebas</i>
<i>Completar la documentación para el usuario final</i>
<i>Documentar las operaciones. manuales</i>
<i>Incluir ayuda en línea en los programas</i>

**Cuadro 5. Actividades de la etapa de documentación.**

### F. Etapa de Transición

Esta etapa, además de prever un período inicial de soporte, desarrolla las tareas necesarias para la implantación, sin que haya interrupciones abruptas en la actividad de la organización. Los usuarios deben finalmente estar capacitados para utilizar racionalmente el nuevo sistema, luego del entrenamiento. En esta etapa se hacen los test de ejecución y aprobación.

La toma de datos y la instalación del *hardware/software* se realiza en seguida. Las labores posteriores pueden tomar varios días; por ejemplo, "el cargue" de nuevos datos, las conversiones de archivos y la serie de pruebas para asegurar la producción del sistema. El período inicial de soporte incluye asistencia a usuarios, chequeo minucioso del sistema y su desempeño, además de la corrección de errores.

### G. Etapa de producción

En esta etapa se asegura un buen desempeño del sistema, con una mínima intervención para las operaciones de soporte, el monitoreo de su uso y el desempeño en cada proceso donde se utilice el sistema.

Los cambios necesarios deben ser realizados de manera que no sean traumáticos para el normal funcionamiento de la organización; es común considerar que la tarea de desarrollo está completa cuando un sistema entra en producción, ¡pero esto no es suficiente! Para que un sistema opere exitosamente es necesario dar soporte a las necesidades de los usuarios y brindar una correcta orientación durante un período prudencial dentro de esta etapa. (Ver cuadro 6).

## III. METODOLOGÍA DE PROTOTIPOS VIGENTE EN EL PROYECTO CORBI

EL CORBI, desde sus inicios ha considerado que la metodología de prototipos es la más apropiada para el IBUN, pues los requerimientos de información y las especificaciones de diseño de sistemas son relativamente poco complejas. Lo primero que se hace es reunir a los especialistas de sistemas y los investigadores del IBUN para definir los objetivos globales que debe cumplir el *software* e identificar requisitos.

Luego de estas reuniones, el especialista de sistemas realiza un "diseño rápido" que generalmente se condensa en la representación de aspectos visibles como métodos de entrada y formatos de salida. Con estos elementos se construye una primera versión del prototipo que es puesta a consideración de los investigadores para nuevos "refinamientos" de requerimientos y especificaciones e igualmente para que sea evaluado por los investigadores y demás usuarios del IBUN. Este procedimiento se lleva a cabo mediante una permanente interacción entre los investigadores y los especialistas de sistemas. Con dos propósitos: el primero, quien desarrolla el prototipo debe tener la mejor comprensión posible de lo que hay que hacer; el otro propósito, que el prototipo, al final del proceso, satisfaga a los investigadores.

A continuación se describen algunos problemas de la construcción de prototipos en el IBUN.

En las dos primeras etapas del proyecto, el CORBI pretende seguir una metodología de *software*

<i>cuadro de actividades</i>
<i>Poner en marcha el nuevo sistema</i>
<i>Responder a los llamados de los usuarios</i>
<i>Monitorear y revisar el desempeño.</i>
<i>Estimar el futuro del sistema</i>

Cuadro 6. Actividades de la etapa de producción,

a gran escala, pero casi de inmediato se evidencian las ventajas de la construcción de prototipos mediante un desarrollo evolutivo de modo que las primeras elaboraciones sirvan de fundamento a las construcciones subsiguientes. Sin embargo, este procedimiento conlleva la retroalimentación entre especialistas de sistemas y de biotecnología, lo que presenta algunos obstáculos. Esto se debe principalmente a que los prototipos son desarrollados bajo la modalidad de proyectos de grado con un bajo nivel de retroalimentación (Cortés, C. 1998).

La desventaja anterior ha sido parcialmente superada en la actual etapa del proyecto CORBI, mediante la precisión conceptual de proyectos que puedan seguir la metodología de prototipos vigente. Entre los criterios definidos en el CORBI, se han tenido en cuenta los siguientes: requerimientos de datos de bajo nivel de complejidad, especificaciones de diseño que conduzcan a prototipos que sean fácilmente evaluables (por ejemplo, en el cronograma de trabajo etapa de diseño no mayor de un mes), obligatoriedad del proceso de retroalimentación, bajo desarrollo de líneas de código entre otros criterios. A modo de resumen vease la figura 4.

En síntesis:

1. Al elaborar prototipos es necesario llevar a cabo sesiones de retroalimentación con los usuarios, pues, de este modo, es posible encontrar los problemas frecuentes, incluyendo duplicación de datos y funciones, pérdida de estándares, documentación inconsistente y, por supuesto la incoherencia de los sistemas. El prototipo es frecuentemente asociado con la simplificación de la producción, lo que en gran medida conlleva llegar al *modelo de tamaño natural (llamados mocks)*, que luego se diseña para que sea aceptado por un usuario final (cliente).
2. Durante el análisis, los prototipos de formas, pantallas e informes, entre otras, son ayudas invaluable para validar los requerimientos y conseguir que el usuario se comprometa con las tareas que están realizándose (véase de Barker, R., Op cit). Además es frecuente utilizar

el prototipo para validar a bajo precio la forma “qué pasaría si”.

3. Hay que tener mucho cuidado en pasar de las etapas previas al producto final, pues el prototipo debe cumplir los requerimientos y funciones para lo que fue diseñado y puesto a disposición del usuario. Se reitera que la figura 4 esquematiza la metodología de prototipos que usamos en la elaboración de un producto informático en el CORBI, teniendo en cuenta las necesidades y, objetivos de las aplicaciones propuestas por los usuarios; el procedimiento esquematizado en la figura 4 lo realizamos cuantas veces sea necesario.

## CONCLUSIONES

El proyecto CORBI es considerado proyecto estratégico en el IBUN, que propende la innovación/ transferencia de tecnología, la prospectiva, la gestión, la difusión y la gerencia de la investigación en biotecnología. La metodología de prototipos pretende ser una ayuda para la construcción de productos informáticos que contribuyan al mejoramiento de la productividad de dicho instituto, en cuanto al manejo de su investigación científica, desarrollos tecnológicos y la educación.

Como se ha anotado, el IBUN ha logrado desarrollar la cultura del trabajo por proyectos, que es muy exigente en términos de sus componentes científico-técnicos, económicos, financieros, organizacionales, institucionales y legales. Una buena formulación de proyectos contribuye al logro de sus objetivos básicos, lo cual requiere: (a) el planteamiento correcto del problema que se trata de resolver mediante el proyecto y, por tanto, mayores posibilidades de acertar en la generación de las soluciones adecuadas; (b), la identificación de las personas e instituciones a quienes afecta el problema que se trata de resolver y vinculación de los usuarios desde el inicio de los proyectos; (c) la búsqueda adecuada de las fuentes de financiamiento para los proyectos y mayores posibilidades de conseguir el apoyo solicitado y agilizar los trámites; (d) la mejor planificación de actividades y resultados y de los aspectos organizacionales necesarios para asegurar el éxito en toda la operación de los proyectos ( véase

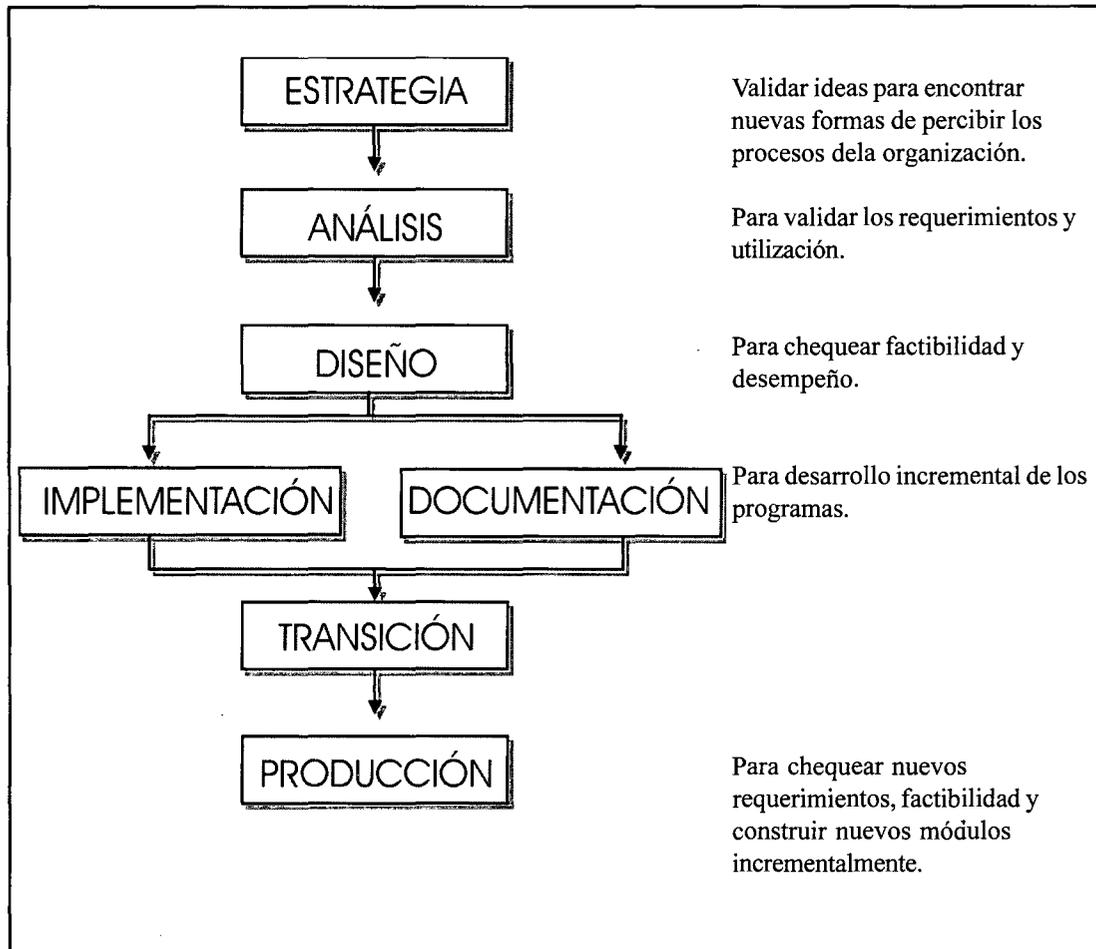


Figura 4. Objetivo de cada paso de la metodología,

anexo dos). Todos estos puntos son apoyados en los estudios y prototipos desarrollados por el CORBI.

La gestión de un proyecto tecnológico va desde la detección de necesidades y oportunidades hasta que el proyecto se inicia formalmente una vez aprobada la asignación de recursos, lo cual es un proceso creativo muy ligado a las necesidades de la organización. Pueden visualizarse cinco etapas en los proyectos tecnológicos: identificación del problema, preparación, incubación, iluminación y verificación. Estas etapas tienen una estrecha relación con las etapas de la metodología de prototipos descrita en este artículo.

Para lograr los propósitos del IBUN, su proyecto CORBI, en colaboración con el

Departamento de Ingeniería de Sistemas, ha desarrollado prototipos para:

- Las bases de datos del IBUN, por ejemplo aplicaciones administrativas, Cepario, estado de la investigación en biotecnología;
- Las aplicaciones de gestión y gerencia de la investigación biotecnológica;
- Los tutores educativos en el área de gestión, gerencia y calidad;
- Los tutores educativos en áreas propias de la biotecnología. Por ejemplo, tutores en tejido de cultivos vegetales, educación en biotecnología, ambiente, entre otras áreas.

**Anexo 1. Cuadro Resumen DOFA**

<p><b>DEBILIDADES</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Deficiencias en recursos financieros y dificultades en la obtención de recursos diferentes a los que asigna la administración central de la universidad.</li> <li>• Insuficiente planta de personal para I&amp;D.</li> <li>• Rotación continua de personal, que genera faltas en la pertenencia e identidad con el IBUN .</li> <li>• No hay estímulos a la labor profesional de la investigación .</li> <li>• Falta planta piloto.</li> <li>• Ineficientes redes de información (por ejemplo Internet).</li> </ul>
<p><b>FORTALEZAS</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad financiera proveniente de recursos de la universidad.</li> <li>• Reconocimiento de la labor del IBUN.</li> <li>• Existencia de un plan quinquenal de desarrollo.</li> <li>• Esfuerzo para fortalecer la relación con la industria; por ejemplo, la Corporación para el desarrollo industrial de la biotecnología.</li> <li>• Conformación de grupos de investigación interdisciplinarios.</li> <li>• El IBUN, por su carácter investigativo tiene un fuerte poder de convocatoria.</li> <li>• Mejoramiento de los sistemas de orientación y referencia (por ejemplo CORBI).</li> <li>• Desarrollo de una capacidad de autoevaluación en pro del mejoramiento continuo.</li> </ul>
<p><b>AMENAZAS</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Retardo en el desarrollo de proyectos de investigación, debido a la ampliación de la planta física.</li> <li>• Relaciones débiles con Colciencias, IFI y en general con las empresas y con la industria.</li> <li>• Dificultades crónicas en la comunicación interdisciplinaria.</li> </ul>
<p><b>OPORTUNIDADES</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Posibilidades de acción con organismos internacionales que adelantan programas de investigación en biotecnología (ONUDI, UNESCO, ONU, OEA, CAF, etcétera.)</li> <li>• Llegada de profesores que están realizando sus especializaciones en el exterior (para la consolidación de grupos de investigación).</li> <li>• La gran biodiversidad de nuestro país y la preservación ecológica abren muchos campos de acción.</li> <li>• Creciente incorporación de la biotecnología en los procesos industriales.</li> <li>• Posibilidades de establecimiento de alianzas estratégicas con diferentes empresas, instituciones del gobierno y entidades supranacionales.</li> </ul>

**Anexo 2. Tipos de Proyectos: de Investigación y de Tecnología**

Existen diferentes Tipos de Proyectos que exigen diferentes métodos de formulación, gestión y gerencia. El manejo de un proyecto de innovación tecnológica difiere substancialmente del manejo de un Proyecto de investigación básica, del reconocimiento de estas diferencias depende en gran medida el acierto en su gestación, formulación, desarrollo y difusión. Lo anterior avala la necesidad de hacer un esfuerzo por sistematizar la información sobre las diferentes categorías del proyecto y buscar una optimización de sus métodos de formulación, financiamiento y control. Son indudables las ventajas para los ejecutores, los financiadores y los organismos de política, de disponer una tipología de proyectos con el correspondiente instrumental de métodos de gestión especializados.

Diferencias entre	Proyectos científicos	Proyectos tecnológicos
Objetivo	Producción de conocimientos nuevos (siempre ligados al propósito de rebasar las barreras del conocimiento existente y de marcar un nuevo umbral a una nueva disciplina).	Producción de conocimientos aplicables a la producción de bienes y servicios demandados por el mercado (y tendientes a su aplicación comercial).
Resultados	Siempre tendientes a formular interpretaciones a las leyes de validez universal. Son ampliamente difundidos y con reconocimiento público, sobre todo entre los especialistas de la disciplina.	Pueden ser válidos únicamente para el contexto de una organización. Los resultados son equiparables con un producto, con propiedad definida.
Planeación	Más flexible	Más rígida.
Recursos	Equipos de trabajo pequeños y unidisciplinarios. Costos y plazos no rigurosamente apegados a planes	Equipos de trabajo grandes y multidisciplinarios. Costos y plazos definidos y poco flexibles.

Una metodología bastante utilizada en el diseño de proyectos es la construcción de una matriz del proyecto, que se muestra a continuación:

En las filas se ubican los objetivos y resultados del proyecto y demás información relevante. En las columnas se colocan algunos factores de control. Lo anterior se explica mejor, si se presenta como ejemplo un cuadro-matriz.	<i>Requerimientos críticos</i>	<i>Indicadores de éxito</i>	<i>Factores externo</i>
<i>Elementos del proyecto</i>			
<i>Objetivos generales y específicos</i>			
<i>Resultados</i>			

Con la matriz anterior es posible establecer los factores de control más importantes, a saber: los requisitos imprescindibles, los indicadores de éxito y los factores externos. Los elementos constitutivos de un proyecto son los siguientes:

- 1) Objetivos del proyecto
- 2) Resultados Esperados
- 3) Actividades para desarrollar
- 4) Participación institucional
- 5) Insumos requeridos

## BIBLIOGRAFÍA

1. BARKER Richard. *CASE\*METHOD. Tasks and deliberables*. Workingham , Inglaterra, Addison Wesley Publishing Co, 1990
2. CORTÉS, Carlos. *Informes sobre el Centro de Orientación y Referencia en Biotecnología e Informática (CORBI)*. Ciudad Universitaria, Santafé de Bogotá. D.C.(1991, 1992, 1993, 1994, 1995,1996).
3. \_\_\_\_\_. *Informe de actividades año sabático*. Facultad de Ingeniería, Ciudad Universitaria, Santafé de Bogotá. D.C, 1997.
4. \_\_\_\_\_. *Algunas opciones investigativas en comunicaciones*, (próximo a aparecer) 1998
5. IBUN *Plan quinquenal del Instituto de Biotecnología (1995-1999)*, Santafé de Bogotá, Universidad Nacional de Colombia. 1994.
6. KUHN, Tomas *La estructura de las revoluciones científicas*, Fondo de Cultura Económica, México,1995.
7. PRESSMAN, Roger *Ingeniería de software* Mc Graw Hill, Madrid,1995.