







Se aprecia que algunos saberes se repiten en los perfiles de egreso, debido a que la formación es continua a lo largo de los trayectos y las competencias se van incrementando a lo largo de la ejecución del Plan.

#### D. Gestión de Proyectos Informáticos

Según [3] la gestión de un proyecto se define como: “Articular el método para alcanzar un objetivo único y no repetitivo en un plazo con principio y fin claros utilizando las técnicas que nos proporciona la gestión.”, indican los autores además, que las tareas primordiales son: planificar y establecer estrategias adecuadas, organizar a los miembros y equipos para lograr los objetivos que se quieren alcanzar, controlar y comprobar si se están alcanzando dichos objetivos. Según estos autores “la organización de un proyecto consiste en diseñar la estructura con la que vamos a establecer las dependencias entre individuos, departamentos, cosas... dentro del proyecto. Asimismo, debemos asignar las tareas más idóneas para esas capacidades y el tiempo estimado para cumplir las tareas o funciones”.

La gestión de los proyectos tiene dos aspectos que se resaltan en este trabajo, una son las fases y el otro es el seguimiento y control del proyecto.

##### 1. Fases de un Proyecto

Según la metodología PMBOK [4] “Las fases del proyecto son divisiones dentro del mismo proyecto, donde es necesario ejercer un control adicional para gestionar eficazmente la conclusión de un entregable mayor”. Las fases de un proyecto se pueden relacionar de diferentes maneras una de forma secuencial donde el inicio de una depende de la culminación de la anterior, de una manera superpuesta, donde la fase siguiente comienza antes de que culmine la anterior y la tercera corresponde con una relación iterativa donde en un momento dado solo se planifica una fase y la siguiente depende del avance de proyecto y la generación de los entregables en la etapa actual. En la Figura 1, se muestra la estructura básica de un proyecto donde se agrupan diferentes componentes en cada fase.



Figura 1. Fases Principales de un Proyecto

Se observa que se propone como primera fase la planeación la cual incluye la definición del problema y la planificación propiamente dicha, en la segunda fase denominada ejecución se presenta la puesta en marcha, la fase productiva y la conclusión del proyecto, es decir contiene

todas las fases de desarrollo del software incluyendo la transición del producto a la comunidad y finalmente incorpora la fase de mantenimiento, recomendada para productos de software que ya se encuentran en producción.

Adicionalmente a lo planteado por [3], [4] incorpora algunos aspectos que deben considerarse en la fase de conclusión de proyectos, considerada en [4] como una fase y que incluye actividades como las siguientes:

- obtener la aceptación del cliente o del patrocinador,
- realizar una revisión tras el cierre del proyecto o la finalización de una fase,
- registrar los impactos de la adaptación a un proceso,
- documentar las lecciones aprendidas,
- aplicar actualizaciones apropiadas a los activos de los procesos de la organización,
- archivar todos los documentos relevantes del proyecto en el sistema de información
- para la dirección de proyectos para ser utilizados como datos históricos y
- cerrar las adquisiciones.

##### 2. Seguimiento y Control del Proyecto

Las actividades de seguimiento y control, están constituidas por aquellas que reflejan todas las actividades requeridas para supervisar, analizar y regular el progreso y el desempeño del proyecto. El seguimiento de estas actividades arroja resultados que están relacionados con la dinámica propia del trabajo en cuestión, de manera que permite hacer correcciones, ajustes y algunos casos cambiar el rumbo inicialmente pautado. De manera que el seguimiento y control del proyecto es un proceso continuo y dinámico que requiere un esfuerzo constante de los involucrados. El grupo de seguimiento y control según [4] debe:

- Dar seguimiento y controlar el trabajo del proyecto
- Realizar control integrado de cambios
- Verificar el alcance
- Controlar el alcance
- Controlar el cronograma
- Controlar los costos
- Realizar control de calidad
- Informar el desempeño
- Dar seguimiento y control de riesgos
- Administrar las adquisiciones.

Esto permitirá a los involucrados: Controlar cambios, dar seguimiento a las actividades del proyecto y controlar los cambios de manera que se implementen cambios aprobados y no desvíe el alcance del proyecto.

##### E. Proceso Unificado de Desarrollo (RUP)

El proceso Unificado de Desarrollo fue creado por Booch, Jacobson, y Rumbaugh, en el año 2000 [5], con el fin de mitigar los riesgos en el proceso de desarrollo de software. Este proceso contiene todas las actividades necesarias para

convertir los requisitos de un usuario en un sistema software. Sigue un proceso iterativo e incremental.

#### Fases del Proceso Unificado de Desarrollo:

1. Fase de comienzo o inicio: el objetivo en esta etapa es concretar la visión del proyecto. Es la etapa donde se establecen los requerimientos y se delimita el alcance del proyecto. Finalmente se determinan los objetivos del ciclo de vida.
2. Fase de elaboración: en esta fase se planifican las actividades a ejecutar y los recursos necesarios, haciendo énfasis en la arquitectura del software a utilizar. Al término de esta fase se llega al punto de no retorno del proyecto, ya que luego de ésta se debe afrontar la fase de construcción que es la más costosa y arriesgada.
3. Fase de construcción: es la fase en la que se desarrolla el producto y se observa la evolución de la visión, la arquitectura y los planes hasta obtener la primera versión de lo que será manejado por el usuario final. En esta fase se hace especial énfasis en el control de las operaciones realizadas, administrando los recursos eficientemente de tal forma de minimizar costes, cumplir con el calendario y garantizar la calidad.
4. Fase de transición: en esta fase se efectúa la transición del producto a los usuarios, lo cual incluye: manejo del producto, envío, entrenamiento, documentación, soporte y mantenimiento del producto hasta que el cliente esté satisfecho.

Cada una de estas fases es desarrollada mediante el ciclo de iteraciones. Una iteración es un ciclo de desarrollo completo dando como resultado una entrega de producto ejecutable.

### III. METODOLOGÍA

La necesidad de generar una propuesta de Gestión del eje longitudinal PST, que optimice la vinculación Universidad–Comunidad, se inicia con un proceso de entrevistas informales hechas a representantes de las comunidades que participaron como beneficiarios de los productos tecnológicos elaborados por estudiantes de las cohortes 2013-2014, 2014-2015, 2015-2016 y 2016-2017.

La propuesta se construye básicamente a partir del análisis documental de fuentes asociadas al problema abordado, el cual, aunado a la experiencia aportada por profesores del área, permitió extraer aspectos claves para la integración en una Guía, elementos que propicien: logro académico- satisfacción de la comunidad.

Elaborada la propuesta, y a fines de una primera valoración, se procedió a su aplicación en los trayectos correspondientes a las cohortes 2013-2014, 2014-2015, 2015-2016 y 2016-2017.

### IV. RESULTADOS

Los resultados se presentan en tres etapas. La primera refleja el análisis del currículo basado en el eje proyecto, la

segunda presenta la propuesta de gestión de eje y la tercera etapa muestra la valoración de la propuesta.

#### A. Análisis del Currículo Basado en el Eje Proyecto

Se realizó el análisis de las Unidades Curriculares que contribuyen al desarrollo del eje longitudinal Proyecto por cada trayecto y que perfilan las competencias esperadas, con el fin de discernir la relación de estas con el perfil de egreso de cada trayecto.

En la Figura 2, denominada Visión Sistémica del Currículo, adecuada por [6], se muestra una estructuración simple del PNFI, especificándose en los laterales los ejes Longitudinales PST y Formación Crítica, y en el centro se hace la clasificación por áreas de las UCs que constituyen los ejes Transversales. Se agruparon bajo el eje de formación básica algunas UCs no incluidas en las áreas presentadas en el documento rector pero que han sido incluidas como cursos en el mismo.

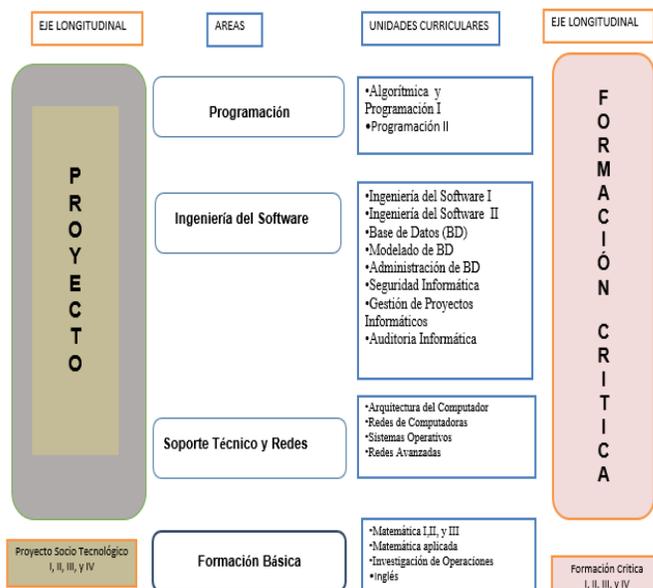


Figura 2. Visión Sistémica del Currículo

A continuación se presentan por cada trayecto una tabla (Tabla II, Tabla III, Tabla IV y Tabla V) donde se resaltan el conjunto de competencias requeridas por el aprendiz y el perfil de egreso pertinente al trayecto respectivo y que se relacionan con el PST. Ésta estructuración es tomada de [6] y es producto de la adecuación del análisis del documento rector. Las tablas se construyen tomando en cuenta todos los ejes de formación, de tal manera que se complemente el perfil técnico plasmado en el documento rector.

En la Tabla II, Atributos del Trayecto I, la contribución directa y fundamentalmente de las competencias técnicas para la construcción del PST en el Trayecto I, corresponde a la Arquitectura del Computador. La integración con el eje socio crítico permite al estudiante potenciar e integrar las características éticas sociales y de participación ciudadana, que son requeridas para el trabajo en equipo y respeto a la

propiedad intelectual, entre otras. La UC Algorítmica y Programación provee las competencias básicas y técnicas para el desarrollo de componentes de software que son requeridas en el Trayecto II, en conjunto con otras UC.

Por otra parte, en la Tabla III Atributos del Trayecto II, a través de estos componentes curriculares mostrados, el estudiante aprende herramientas, metodologías y lenguajes de programación que le permiten abordar adecuadamente el desarrollo del PST. Es importante resaltar que el alcance de la aplicación informática que debe construir el equipo de trabajo en un PST, se limita al desarrollo de componentes. En este sentido, la definición de componentes además de otros conceptos son asumidos por la UC Ingeniería del Software. Los conocimientos y competencias adquiridos por los aprendices en el Trayecto I son acumulativos y se refuerzan y potencian a través del eje Longitudinal. Hasta el Trayecto II el estudiante éticamente puede realizar actividades de soporte y además desarrollar componentes de software.

TABLA II. ATRIBUTOS DEL TRAYECTO I

COMPETENCIAS PROFESIONALES	UNIDADES CURRICULARES	PROYECTO I
<p>Aplicar el análisis lógico y el razonamiento inductivo y deductivo en la solución de problemas, a partir del desarrollo alcanzado en el pensamiento abstracto.</p> <p>Operar una computadora personal conociendo sus características y funcionalidades.</p> <p>Caracterizar y seleccionar equipos de computación.</p> <p>Ensamblar y configurar equipos de computación de acuerdo a los requerimientos del usuario.</p> <p>Realizar el mantenimiento preventivo y correctivo de equipos de computación.</p> <p>Realizar soporte a usuarios y equipos de computación.</p> <p>Desarrollar algoritmos de mediana complejidad, implementarlos y ponerlos a punto usando los estándares adecuados.</p> <p>Utilizar el idioma inglés para manejar bibliografía técnica relacionada con la informática.</p> <p>Fomenta la cultura de la innovación para contribuir con la soberanía y seguridad tecnológica.</p>	<p><b>PROGRAMACIÓN</b></p> <p>Algorítmica y Programación I</p> <p><b>SOPORTE TÉCNICO Y REDES</b></p> <p>Arquitectura del Computador</p> <p><b>Cursos</b></p> <p>Matemáticas I Formación Crítica I Inglés</p>	<p><i>Certificación en Soporte Técnico a Usuarios y Equipos</i></p> <p>Plantear alternativas de soluciones ante situaciones y problemas reales, relacionados con <b>soporte técnico a usuarios y equipos.</b></p>

TABLA III. ATRIBUTOS DEL TRAYECTO II

COMPETENCIAS PROFESIONALES	UNIDADES CURRICULARES	PROYECTO II
<p>Aplicar el pensamiento y la reflexión lógica en la organización y formalización de conocimientos relacionados con el cálculo integral y conceptos básicos matemáticos en otras áreas de saberes.</p> <p>Elaborar algoritmos de alta complejidad utilizando estructuras de datos en memoria interna y externa, así como, programarlos en un lenguaje de alto nivel.</p> <p>Desarrollar y mantener componentes de software, bajo estándares de calidad, priorizando el uso de software libre.</p> <p>Instalar, configurar y administrar operativamente redes de área local, bajo estándares de calidad, priorizando el uso de software libre.</p> <p>Interpretar modelos de datos</p> <p>Implementar y mantener bases de datos de pequeña y mediana complejidad.</p> <p>Desarrollar algoritmos para manipular bases de datos de pequeña a mediana complejidad.</p> <p>Fomenta la cultura de la innovación para contribuir con la soberanía y seguridad tecnológica.</p>	<p><b>PROGRAMACIÓN</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Programación II</li> </ul> <p><b>INGENIERÍA DEL SOFTWARE</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Ingeniería del Software I Base de Datos (BD)</li> </ul> <p><b>SOPORTE TÉCNICO Y REDES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Redes de Computadoras</li> </ul> <p><b>Cursos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Matemáticas II</li> <li>Formación Crítica II</li> <li>Inglés</li> </ul>	<p><i>Técnico Superior Universitario o Técnico Superior Universitario en Informática*</i></p> <p>Plantear alternativas de soluciones ante situaciones y problemas reales, relacionados con <b>soluciones informáticas.</b></p> <p>Diseño y desarrollo de la <b>aplicación informática</b>, acorde al alcance del proyecto</p> <p>Mostrar el módulo funcional realizado</p>

En el Trayecto III se incorporan elementos técnicos de mayor profundidad, así mismo el proceso de abstracción del estudiante se ha desarrollado complementado con las UCs del componente de formación general y el eje socio crítico. El PST en este trayecto le permite al estudiante concebir un proyecto de una complejidad más alta. El equipo de trabajo está en capacidad de desarrollar un sistema completo partiendo desde el análisis de necesidades y requerimientos, construyendo el diseño e implementación de soluciones automatizadas completas y finalmente realizando un conjunto de pruebas que pondría a tono el sistema. Desde el punto de vista académico y de la gestión de PST como UC, el alcance del proyecto es mayor, por lo que se requiere por parte del equipo docente especialistas del área técnica, evaluar proyectos de alta complejidad para ser distribuidos a los equipos de estudiantes interesados en brindar solución a través de un producto software a una comunidad y así mismo, demostrar sus sólidos conocimientos en la aplicación de metodologías, herramientas, métodos y análisis de problemas complejos. También, en este momento, el estudiante estará en capacidad de desarrollar productos aplicando estándares de calidad y hacer propuestas innovadoras desde su PST.

En el Trayecto IV, se da por sentado que los aprendices cuentan con todos los saberes acumulados desde el inicio de la carrera al momento de desarrollar un PST. Ahora corresponde incorporar un nuevo elemento en el desarrollo del software, el cual se refiere a la seguridad informática. En resumen: el estudiante desde el punto de vista técnico e integral está en capacidad de cumplir con todas las etapas planteadas en el desarrollo de sistemas, aplicando además criterios de calidad y seguridad informática. Tiene la capacidad de analizar y desarrollar proyectos complejos, pudiendo continuar con proyectos realizados en el Trayecto III o sobre cualquier otro proyecto que haya sido desarrollado en la comunidad y que el estudiante pueda añadir valor agregado desde su conocimiento y competencia.

TABLA IV. ATRIBUTOS DEL TRAYECTO III

COMPETENCIAS PROFESIONALES	UNIDADES CURRICULARES	PROYECTO III
<p>Desarrollar aplicaciones informáticas basadas en los principios de la ingeniería de software.</p> <p>Aplicar estándares de calidad, usabilidad y accesibilidad en el desarrollo de aplicaciones informáticas.</p> <p>Elaborar la documentación técnica de una aplicación informática.</p> <p>Instalar, configurar y manejar sistemas operativos en equipos de computación.</p> <p>Diseñar bases de datos.</p> <p>Aplicar técnicas estadísticas y de la programación matemática para apoyar la toma de decisiones.</p> <p>Fomenta la cultura de la innovación para contribuir con la soberanía y seguridad tecnológica.</p>	<p><b>INGENIERÍA DEL SOFTWARE</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Ingeniería del Software II</li> <li>Modelado de BD</li> </ul> <p><b>SOPORTE TÉCNICO Y REDES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Sistemas Operativos</li> </ul> <p><b>Cursos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Matemática aplicada</li> <li>Investigación de Operaciones</li> <li>Formación Crítica III</li> <li>Inglés</li> </ul>	<p><i>Desarrollador de Aplicaciones</i></p> <p><b>Diseño y desarrollo de la aplicación informática</b></p> <p>Seleccionar y justificar la Metodología de desarrollo de software a utilizar en el proyecto socio tecnológico.</p> <p>Discutir acerca de Metodologías de Desarrollo de Software</p> <p>Metodologías Tradicionales Vs Ágiles.</p> <p><b>Visión general de las distintas metodologías de desarrollo de software. (RUP, WATCH, MERINDE, XP, SCRUM, otras).</b></p> <p>Productos entregables de un proyecto de desarrollo de software</p>

TABLA V. ATRIBUTOS DEL TRAYECTO IV

COMPETENCIAS PROFESIONALES	UNIDADES CURRICULARES	PROYECTO IV
Gestionar proyectos informáticos, aplicando estándares reconocidos de calidad y pertinencia social.	<b>INGENIERÍA DEL SOFTWARE</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Administración de BD</li> <li>• Seguridad Informática</li> <li>• Gestión de Proyectos Informáticos</li> <li>• Auditoría Informática</li> </ul> <b>SOPORTE TÉCNICO Y REDES</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Redes Avanzadas</li> </ul> <b>Cursos</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Investigación de Operaciones</li> <li>• Formación Crítica IV</li> <li>• Inglés</li> </ul>	<i>"Ingeniero o Ingeniera en Informática"</i>  Diagnóstico, diseño, ejecución, gestión, implantación y evaluación de proyecto informático bajo estándares de calidad y pertinencia social
Aplicar metodologías para realizar auditorías a sistemas informáticos.		
Administrar bases de datos.		
Diseñar, implementar y administrar redes informáticas, bajo estándares de calidad, priorizando el uso de software libre.		
Aplicar los principios básicos de la seguridad informática.		
Utilizar el idioma inglés para comunicar los resultados de los proyectos desarrollados mediante el uso de la terminología técnica del idioma inglés.		
Fomenta la cultura de la innovación para contribuir con la soberanía y seguridad tecnológica.		

### B. Propuesta de Gestión de los PSTs

A continuación se presenta la propuesta para la gestión de los PSTs. En la misma se presenta el objetivo general, los objetivos específicos, la estrategia para la ejecución del proyecto, las etapas del proyecto y la guía para el desarrollo de los proyectos de software.

La propuesta de gestión de PSTs, se basa en aspectos observados durante la ejecución del PNFI a lo largo de los años de su ejecución. Uno de los aspectos a resaltar es que el 85% de los proyectos que se han implementado en el instituto utilizan metodologías de desarrollo hasta la fase de construcción, lo que implica que cuando requiere pasar a producción se generan errores y la mayoría de las veces termina como software inutilizado. Otra situación observada es que la selección de las comunidades es mayoritariamente realizada por los estudiantes. En este sentido, se dificulta el proceso de transición una vez que los estudiantes egresan de la institución, sobre todo en los Trayectos II y IV que proporcionan un título universitario que le permite insertarse directamente en el mercado laboral. La propuesta hace énfasis en que los proyectos deben llegar a la fase de Transición de acuerdo a lo establecido en la Ingeniería del Software.

Se plantea en este aspecto la aplicación de un enfoque sistémico en el cual el equipo de docentes de Proyecto del Departamento de Informática sea el ente que canalice y asigne prioridades para la aceptación y desarrollo de los proyectos. De esta forma, existiría un mayor compromiso de parte de los docentes, los estudiantes y también las comunidades que se atienden y que deben colaborar en todas las fases del proyecto.

A continuación se presenta esquemáticamente la propuesta de gestión:

**1) Objetivo General:** Gestionar los proyectos Socio-tecnológicos desarrollados por los estudiantes del PNFI del IUT "Dr. Federico Rivero Palacio".

### 2) Objetivos Específicos:

- Seleccionar los proyectos a gestionar.
- Seleccionar las metodologías en el ámbito tecnológico a aplicar.
- Seguimiento a la Aplicación de la metodología seleccionada para los proyectos.

**3) Estrategias para la Ejecución del PST:** el Programa Nacional de Formación en Informática (PNFI) establece un número de 6h semanales presenciales para Proyecto Socio-Tecnológico. En este tiempo se debe orientar a los equipos de trabajo de proyecto en el trayecto correspondiente, tomando en cuenta el perfil y las competencias a aplicar, tal como se mostró en el análisis del currículo que se realizó en la fase anterior. Ahora bien, para garantizar la calidad del PST, se ha trabajado con una división interna del proyecto en dos bloques. Un bloque que se ha denominado Proyecto Metodológico, en el cual se realizan las actividades propias de una investigación, tales como: plantear el problema a resolver, los objetivos, las bases teóricas y metodológicas y normas APA, entre otras. El segundo bloque se denominó Proyecto Técnico: en donde se realizan actividades complementarias que refuerzan los conocimientos y competencias técnicas para la ejecución exitosa del PST. Adicionalmente, existe la figura de un especialista técnico o tutor que trabaja en conjunto con el equipo de estudiantes y además se vinculan con la comunidad que requiere el software.

La estrategia que se plantea para lograr el objetivo, es emplear los principios establecidos por la Ingeniería del Software y el enfoque de Sistemas y Gestión de Proyectos Informáticos, para realizar el seguimiento del proyecto y asegurar la calidad del producto a entregar a la comunidad que ha solicitado el proyecto desde los inicios del mismo. Esto serviría para potenciar el área de Ingeniería del Software en la formación de los estudiantes del instituto y la gestión propiamente dicha, fomentando la aprehensión de la competencia profesional desde el inicio mismo del proyecto de manera práctica. Así como estrechar los vínculos Comunidad-Universidad necesarios para garantizar un desempeño efectivo del eje de Proyecto.

**4) Etapas de la Ejecución del PST:** Se propone un esquema para la gestión de PSTs adecuando RUP [5]. En este sentido, se plantean cuatro etapas, que consideran las distintas fases de RUP, dependiendo del trayecto del proyecto y se incorpora una etapa de selección de proyectos, la cual es administrada por el grupo docente encargado de proyectos.

**5) Guía para el Desarrollo de Proyectos de Software:** Para el desarrollo del software se propone como base la aplicación de una guía de gestión de proyectos de Software. Se hace énfasis en los proyectos de desarrollo de software que constituyen tres cuartos del eje longitudinal PST, la naturaleza de los proyectos de soporte técnico a usuarios y equipos plantean otros tipos de metodologías no presentadas en este documento. Lo cual no implica que las fases de esta guía puedan ser adaptadas para el PST del Trayecto I.

### C. Etapas de la Ejecución de los PSTs

Para la etapa de ejecución, se diseñó un cronograma que permite realizar un seguimiento y control dentro de cada etapa.

De esta manera se puede observar en la Tabla VI una estructuración donde para cada uno de los trayectos, se especifica una fecha para realizar el análisis y selección del PST del conjunto de los PSTs, esto con la finalidad de que pueda convertirse en un posible elegible, la determinación del inicio, diagnóstico o construcción (etapa 2), inventario técnico, elaboración o transición (etapa 3), la ejecución, construcción o transición (etapa 4) y el desarrollo y entrega del producto e informe (etapa 5). En definitiva, la Tabla VI representa un cronograma que permite asignarle tiempo (en 9 meses o 36 semanas) para la realización de cada una de las fases del PST del trayecto correspondiente. Esta tabla, sirve de guía para presentar las diferentes fases en el eje longitudinal. La primera columna contiene las fases previstas, y las columnas sucesivas contienen el tiempo expresado en meses. Una intersección de una fila con una columna indica el mes en que debería realizarse esa fase para el proyecto especificado. De manera que se puede ubicar, dada una fase de un proyecto de un trayecto dado, el mes en que debería realizarla o dado un mes cuál debería ser el avance en cuanto a las etapas del proyecto de un trayecto dado.

La explicación de cada una de las etapas se expresa posteriormente a la presentación de la Tabla VI.

TABLA VI. CRONOGRAMA DE ETAPAS VS TIEMPO

Etapas/Tiempo (en meses)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Ejecución PST Etapa 1	X	X							
Ejecución PST Etapa 2			X						
Ejecución PST Etapa 3				X	X				
Ejecución PST Etapa 4						X	X	X	
Ejecución PST Etapa 5									X

1) Ejecución PST etapa 1: en esta etapa el objetivo es analizar y seleccionar las comunidades y los proyectos asociados a ellas. Las comunidades provienen del entorno público, departamentos internos, empresas privadas, convenios interinstitucionales y podrán ser propuestas por las autoridades, auto postulándose o por los estudiantes. Se propone establecer al menos dos reuniones con las comunidades.

- 1era reunión: Diagnóstico general: se determinan las necesidades de automatización y/o soporte técnico de la comunidad participante.
- 2da reunión: Presentación de la comunidad. Una vez determinadas las propuestas de proyectos factibles a realizar en ese trayecto académico. Los PSTs ya estarán clasificados por parte de los expertos (profesores especialistas de PST) de acuerdo a las prioridades establecidas ya sea por compromisos de convenios interinstitucionales, necesidades internas a la institución, proyectos de investigación o

continuidad de proyectos anteriores, entre otros. Los estudiantes democráticamente escogen el proyecto con el cual sienten afinidad para trabajar.

- 2) Ejecución PST etapa 2: esta etapa depende del trayecto en el cual se está realizando el proyecto. De forma tal que, en el Trayecto I corresponderá con el Diagnóstico técnico, en el Trayecto II y III corresponderá a la fase de inicio o equivalente y en Trayecto IV a la fase de construcción o equivalente.
- 3) Ejecución PST etapa 3: en el Trayecto I corresponde al inventario técnico, en el Trayecto II y Trayecto III a la fase de elaboración o equivalente y en el Trayecto IV a la Auditoría de Sistemas.
- 4) Ejecución PST etapa 4: en el Trayecto I corresponde a la acción de corregir las fallas del equipo de hardware o proponer la inclusión de componentes nuevos que forman parte de un hardware completo, en el Trayecto II y III corresponde a la fase de construcción o equivalente y en el Trayecto IV corresponde a la fase de transición.
- 5) Ejecución PST etapa 5: esta etapa corresponde a las actividades de cierre académico, tales como entrega de informes, presentación oral, entre otras.

### D. Guía para el Desarrollo del PST

Para el desarrollo del software se propone como base la aplicación de una guía de gestión de proyectos de Software. Se hace énfasis en los proyectos de desarrollo de software que constituyen tres cuartos del eje longitudinal PST, la naturaleza de los proyectos de soporte técnico a usuarios y equipos plantean otros tipos de metodologías no presentadas en este documento.

En las fases de desarrollo de un sistema informático, presentadas en [3] se indica que la primera es la Planeación, no obstante al trabajar con proyectos académicos, con grupos integrados por dos o más estudiantes, es importante establecer relaciones de trabajo y organizacionales entre ellos. Según [4], la cultura organizacional tiene una influencia en cómo los proyectos son ejecutados, así mismo en [7] y [8], se plantea la importancia de organizar, definir y conocer el equipo que trabajará en un proyecto determinado. Es por ello que para los proyectos académicos en particular se añade una fase inicial relacionada con el manejo del grupo. Así mismo es importante crear un marco regulatorio de aspectos que deben ser alcanzados, ese marco debe ser flexible y no limitativo, de manera que todos los proyectos tengan un mínimo académico requerido de acuerdo a los perfiles deseados y donde se respete la naturaleza del PST. Este conjunto de requisitos mencionados anteriormente constituyen los procesos de dirección del proyecto. Así mismo en un proyecto académico-comunitario es necesario incorporar una fase de cierre del proyecto donde se incluyen actividades propias de la finalización de un proyecto académico y directamente

---

---

relacionado con las directrices de evaluación, las cuales no son consideradas en este proceso directamente.

La guía de gestión plantea fundamentalmente las etapas siguientes:

- Conformación de grupo
- Análisis preliminar
- Desarrollo de la propuesta de solución
- Presentación de propuesta
- Aplicación de la Metodología de desarrollo de software en las etapas de: Análisis, diseño implementación, pruebas y transición
- Cierre de proyecto.

Estas etapas se complementan con el desarrollo de los siguientes componentes:

- Proceso de Planificación, fundamental para el control seguimiento y evaluación de los estudiantes participantes del proyecto
- Proceso de control de versiones que permita mantener los desarrollos de software,
- Proceso de organización documental, que permita mantener los distintos productos generados en el trabajo en la aplicación de la metodología, separándolos dependiendo de los actores, por ejemplo la comunidad, el documento de PST, proyecto técnico, entre otros.

A continuación se desarrollan las etapas de la guía de gestión propuesta.

- 1) La conformación de grupo, se refiere a las actividades conducentes a integrar bajo una misión al grupo, cohesionarlos y que entiendan sus ventajas y diferencias, de manera que tengan herramientas para el manejo de conflictos, minimizando el riesgo de ruptura del equipo en algún momento de la ejecución del mismo. En esta etapa, los estudiantes interactúan como equipo y escogen líderes en aspectos técnicos, organizacionales, comunicacionales, entre otros. Además definen su misión, visión, metas y estrategias; como grupo. Esto es importante porque todos los estudiantes deberán rotar y ejercer los diferentes roles presentes en el perfil, a lo largo de la ejecución del proyecto y caracteriza cultura de los miembros del grupo y permite establecer la organización del mismo. En esta etapa los estudiantes definen su primera planificación de actividades generales a desarrollar en el proyecto, a través de un diagrama de Gantt.
- 2) Análisis preliminar: para el análisis se prevén las actividades de recolección de información. Análisis del sistema actual, entrevistas con la comunidad, realización de encuestas, entrevistas a los usuarios, determinación de tendencias, indagación de estándares de desarrollo del tipo de aplicaciones que se pretende desarrollar, entre otras que puedan surgir por la naturaleza del proyecto. Una vez culminada esta actividad de recolección se genera la lista de requerimientos. La lista de

requerimientos permite formular el modelo del negocio y los casos de uso generales. Adicionalmente el estudiante debe incorporar los requerimientos no funcionales de acuerdo a las normas de calidad y estándares de desarrollo. Esto es fundamental, pues con ellos se generará la propuesta de solución.

- 3) Desarrollo de la propuesta de solución: consiste en determinar en qué consistirá el proyecto, evaluar su factibilidad estimando costos, duración y esfuerzo. Para ello es necesario guiar a los estudiantes a utilizar alguna herramienta de estimación de costo y esfuerzo; se sugiere la utilización de alguna basada en los casos de uso. Aunque generalmente de la estimación pueden desprejiciarse los costos por ser un PST, las estimaciones del esfuerzo, horas hombre y duración del proyecto resultan importantes para la toma de decisiones en el proyecto y para la planificación. Adicionalmente los estudiantes deben indagar en la comunidad sobre cuál es la tecnología con la que cuentan para el proyecto y con cuál tecnología cuentan los estudiantes para el desarrollo del mismo ya sea propia, de la comunidad o del Instituto o universidad.
  - 4) Presentación de la propuesta o anteproyecto ante la comunidad: en esta actividad los estudiantes presentan a la comunidad el resumen de los casos de uso que determinaron en el análisis preliminar, presentan un prototipo de cómo funcionaría el sistema y la factibilidad, la estimación y los riesgos del desarrollo del mismo. Así mismo, se presenta la planificación del proyecto general y un diagrama PER CPM para mostrar las actividades críticas del mismo. La comunidad puede visualizar la posible solución, la duración, los riesgos, las actividades críticas que puedan poner en riesgo la planificación, entre otras y hacer un nuevo intercambio para fijar el alcance real del proyecto durante el trayecto, que puede ser mayor o menor, de acuerdo a los resultados obtenidos en la estimación. Cuando se habla de menor no significa que no se desarrollará la aplicación completa a la comunidad sino que pueden tomarse otras alternativas, como que el mismo grupo desarrolle un porcentaje de los requerimientos y quede para el próximo trayecto el resto de las funcionalidades, esto en el caso de Trayecto III y IV. En el caso de Trayecto II, se acorta el número de componentes que puede desarrollar. En todo caso los involucrados documentan esta situación mediante un acta de requerimientos.
  - 5) Aplicación de la Metodología de desarrollo de Software: aun cuando los estudiantes realizan un análisis preliminar a fin de presentar la propuesta, en este punto se comienza a desarrollar como tal el proyecto de software de manera que una vez acordados los requisitos del sistema, el estudiante proceda con las demás actividades planteadas en la metodología realizando el análisis detallado de los requerimientos. La actividad subsiguiente sería proceder a realizar el diseño, generando para ello los artefactos necesarios de acuerdo
-

---

---

a la metodología que esté utilizando, diagramas de clase, de interacción, de secuencia, de estado, etc. Todos aquellos que permitan explicar el funcionamiento del sistema.

Así mismo se debe diseñar el modelo de datos correspondiente, valiéndose de herramientas como el diagrama de clases, análisis del discurso, entre otros. Esta etapa debe ir acompañada de su respectiva planificación de la fase de diseño del proyecto, la cual incluye las posibles iteraciones según la metodología. Se recomienda que la planificación se haga por roles, es decir cada uno de los estudiantes debe identificar las tareas a desarrollar en cada fase y preferiblemente todos los integrantes del equipo deben participar proporcionalmente. También debe incluir la entrega de productos, las reuniones de grupo con el asesor y de ser requerido, con la comunidad. El seguimiento de la planificación en esta fase, mínimo debe hacerse semanalmente y mostrar los avances porcentuales de las actividades.

**Implementación:** basado en que el diseño ha sido óptimo el desarrollo debe concentrarse en codificar los requerimientos e implantar el modelo físico de la base de datos. La codificación conlleva también la revisión con pruebas de caja blanca y caja negra.

La verificación del avance puede hacerse de manera individual con el asesor técnico o de forma grupal, donde cada quien muestra su avance, de manera semanal como mínimo. Durante el desarrollo es posible utilizar metodologías ágiles, pues en ese punto se supone el conocimiento pleno de negocio y sus interacciones. Las iteraciones se concentran en resolver los problemas de codificación y avance del proyecto en el menor tiempo posible.

**Pruebas:** Para realizar esta actividad se recomienda que los estudiantes conozcan diferentes softwares de pruebas para requerimientos Funcionales y No funcionales de manera que puedan aplicar las verificaciones según el tipo de sistema. Este proceso genera documentos que se utilizan para planificar las correcciones pertinentes. En esta etapa lo relevante en la planificación es determinar cuáles serán las pruebas a ejecutar y cuales insumos se necesita para ello. Una vez realizadas las pruebas deben generarse los informes técnicos con los hallazgos, de manera que se solventen en tiempos cortos.

**Transición:** en algunos casos los equipos de trabajo realizan sus actividades en ambientes colaborativos y el proyecto se va integrando a medida que se desarrolla, en otros casos, trabajan de manera separada y es necesario integrar los componentes desarrollados. Una vez culminado el proyecto, es necesario planificar cómo se implantará en la comunidad destino. Es necesario considerar la disposición de la comunidad para permitir a los estudiantes manejar sus activos o involucrar a los mismos en los equipos de trabajo de la organización. De igual forma se prevé la realización de las pruebas de instalación e integración, la migración de datos y el

entrenamiento a los usuarios, entre otros. Finalmente se requiere que la comunidad realice las pruebas de aceptación para cada uno de los requerimientos convenidos. En este punto se considera culminado el proyecto y pasa a la fase de producción en la comunidad.

- 6) Cierre del Proyecto: en este punto pareciera culminado el proyecto, sin embargo, deben realizarse algunas actividades que permitan cerrar el proceso. La relación Comunidad-universidad se verá fortalecido y se preparará para la apertura de nuevos ciclos de proyectos. Dentro de las actividades pautadas. Se presentan entonces los informes técnicos referentes al proceso y los manuales de uso para los usuarios. Se planifica la presentación final, la entrega del trabajo final de proyecto. Una vez culminados todos los proyectos es importante considerar la evaluación del grupo docente de proyectos, generación del informe final y presentación ante las autoridades. También se generan candidatos a presentaciones en congresos, eventos científicos y otras actividades académicas, sociales, científicas; relacionadas con los proyectos.

#### *E. Valoración de la Propuesta de Gestión*

Se aplicó la propuesta de Gestión de PST a cuatro cohortes comprendidas entre 2013 y 2017, en la gestión diurna del PNFI.

Las peticiones de proyectos se clasificaron en cuatro grupos:

- solicitudes internas a la institución, procedentes de departamentos académicos o dependencias administrativas
- solicitudes procedentes de instituciones públicas del Estado Venezolano, tales como instituciones educativas, Consejos Comunales, Ministerios Públicos, entre otros
- peticiones procedentes de Organizaciones no Gubernamentales (ONG) en ese grupo están generalmente fundaciones sin fines de lucro
- solicitudes del sector privado, procedente de empresas generalmente desarrolladoras de software o fundaciones privadas.

En total se analizaron un total de 79 proyectos, repartidos en las cuatro cohortes estudiadas.

En la Tabla VII se muestra la cantidad de proyectos asignados a cada tipo de comunidad. Como se observa la distribución de los proyectos es variable, el hecho de no asignar proyectos a un sector no implica que no hubo peticiones del mismo.

En la Tabla VIII, se muestra la distribución según el tipo de comunidad y los trayectos. El mayor número de proyectos se reparte en los trayectos iniciales, dado que en ellos se concentra la mayor cantidad de estudiantes. La disminución que se observa en el número de PST entre el Trayecto II y el Trayecto III, se debe a que algunos estudiantes al obtener el título de TSU, deciden no continuar con la carrera hacia la ingeniería. Por otra parte se observa que en el Trayecto IV,

aparece un número de proyectos para el sector privado que no proviene de trayectos anteriores, correspondiente al sector privado, esto surgió por la migración de estudiantes del turno nocturno a la gestión diurna, como era de esperarse continuaron con sus comunidades y proyectos.

TABLA VII. ASIGNACIÓN DE PROYECTOS POR COMUNIDAD Y COHORTE

Cohortes Comunidad	2013- 2014	2014- 2015	2015- 2016	2016- 2017
Proyectos Internos	9	6	9	10
Proyectos Sector público	8	6	4	9
Fundaciones y ONGs	0	1	1	1
Proyectos sector Privado	1	0	9	5
<b>Total</b>	<b>18</b>	<b>13</b>	<b>23</b>	<b>25</b>

En total se asignaron 16 proyectos de soporte técnico al Trayecto I, 29 proyectos de desarrollo de componentes al Trayecto II, que representaban gestiones administrativas sencillas los cuales incluían hasta tres procesos de: creación, reportes, actualización y eliminación. Así mismo se asignaron 17 proyectos de mayor complejidad a equipos de trabajo del Trayecto II y se atendieron proyectos rezagados en Trayecto IV para un total de 17 PSTs.

TABLA VIII. ASIGNACIÓN SEGÚN EL TIPO DE COMUNIDAD Y LOS TRAYECTOS

Trayectos Comunidad	I	II	III	IV
Proyectos Internos	12	9	7	6
Proyectos Sector Público	0	10	9	8
Fundaciones y ONGs	0	2	1	0
Proyectos sector Privado	4	8	0	3
<b>Total</b>	<b>16</b>	<b>29</b>	<b>17</b>	<b>17</b>

En la Tabla IX, aparece el total de proyectos culminados satisfactoriamente, cumpliendo con los requisitos académicos y los requerimientos de la comunidad.

Se observa que en el Trayecto I, solo el 37% de los proyectos se culminó satisfactoriamente. De acuerdo al estudio realizado, esto se debe que los estudiantes abandonan la UC proyecto I. Otro factor es que las instituciones declinan ante la posibilidad de ejecución del PST, sobre todo cuando se trata de soporte técnico a equipos hardware. Es importante resaltar que el total de proyectos culminados en general tienen el 100% de satisfacción en la comunidad y en su mayoría corresponde con actualizaciones de software, instalación de sistema operativo Linux y entrenamiento a usuarios.

Para el Trayecto II, se evidencia que los proyectos internos presentan problemas para la implantación del mismo y por lo tanto queda archivados, aun cuando cumple las expectativas de funcionamiento. Presumiblemente los estudiantes entregan el producto que no ha sido probado exhaustivamente y falla al ponerse en funcionamiento. En algunos casos no se realiza la migración de datos y la comunidad decide seguir usando su sistema ante la imposibilidad de tener el historial requerido. Otro aspecto tiene que ver con los recursos técnicos humanos, disponibles en la organización, de manera que si no tienen expertos de software, la aplicación queda sin soporte de mantenimiento y por ende cae en desuso lo que finalmente genera insatisfacción. No así para las instituciones privadas que tienen equipos humanos para gestionar los componentes de software que piden realizar, en general éstas tienen un 100% de satisfacción en los componentes recibidos al culminar el proyecto. En general se observó que las comunidades satisfechas regresaron a la institución solicitando mejoras y nuevos requerimientos para el software.

En el Trayecto III, los estudiantes desarrollaron un porcentaje del 70% de la aplicación requerida. Se estableció la entrega de documentos hasta el desarrollo alcanzado y se realizó la presentación de los logros a la comunidad. En general las comunidades quedan satisfechas con los logros alcanzados, al observar los avances del proyecto, aun cuando el software no esté concluido la puesta en marcha del mismo en la comunidad es posible, y esa instalación es tratada como una versión de prueba. Un aspecto negativo es que en caso de que algunos proyectos queden reprobados por incumplimiento por parte de los estudiantes con los requerimientos académicos, la comunidad queda desatendida, hasta una nueva apertura de trayecto.

TABLA IX. PROYECTOS CULMINADOS SATISFACTORIAMENTE POR TRAYECTOS

Trayectos Comunidad	I	II	III	IV
Proyectos Internos	6	1	7	5
Proyectos Sector Público	0	3	9	5
Fundaciones y ONGs	0	1	1	0
Proyectos sector Privado	0	8	0	3
<b>Porcentaje satisfacción</b>	<b>37,5%</b>	<b>44,8%</b>	<b>17</b>	<b>76,4%</b>

En el Trayecto IV, se continúan con los proyectos del Trayecto III, en las cohortes de estudio, tres grupos de estudiantes del turno nocturno realizaron el cambio al turno diurno, por ello las cifras coinciden, pero en realidad hubo proyectos que reprobaron o desertaron. No obstante se culminaron el 76% de los proyectos, los cuales cumplieron con todas las fases de la ingeniería del software y la aceptación de la comunidad. En este punto es importante aclarar que un grupo puede culminar el 100% de los

---

---

requerimientos en el Trayecto III, no obstante debe continuar con el mismo para aplicarle los conceptos referidos a la seguridad, administración de base de datos, auditoría de sistemas, entre otras competencias que adquiere en el último trayecto del Plan de Formación.

A través de la valoración de la propuesta y los resultados obtenidos, se evidencia que la aplicación de la misma es una adecuada alternativa de solución que permite una vinculación y relación enriquecedora de la Comunidad-Universidad, ya que se logra cumplir con el fin académico y con la construcción de un producto final que queda operativo en la organización. Igualmente se muestra que hay aspectos que pueden mejorarse, como es el manejo de grupo y la gestión de conflictos, entre otros.

La propuesta deja en evidencia que los estudiantes de Trayecto IV, tienen los conocimientos y competencias para lograr construir un producto que quede totalmente operativo y cumplir con los aspectos académicos requeridos. Los proyectos del Trayecto II, solo alcanzan algunas fases de la ingeniería del software y es posible que sea la razón de falla al ser instalado en la comunidad, no obstante funcionan muy bien, cuando la comunidad tiene un equipo de especialistas que tome el componente desarrollado para integrarlos a un sistema. Igualmente los proyectos del Trayecto III, resultan inconclusos con algunos aspectos de calidad del software, pero se instalan como versiones preliminares, hasta completar la versión final en el Trayecto IV. Los proyectos de Trayecto I, finalizados muestran excelentes resultados en la satisfacción de la comunidad, esto se debe a que los estudiantes logran dejar operativos los equipos o diagnosticar fallas que luego puedan ser atendidas por los especialistas.

## V. CONCLUSIONES

En este trabajo se presenta una propuesta de Gestión de Proyectos para el eje longitudinal Proyecto Socio Tecnológico. Esta propuesta es el resultado de la adecuación y combinación de la metodología de desarrollo de sistemas RUP y la de gestión de proyectos PMBOK.

La propuesta fue aplicada en las cohortes 2013-2014, 2014-2015, 2015-2016 y 2016-2017 y la valoración de los resultados obtenidos demostró resultados favorables en la culminación de proyectos y el grado de satisfacción del producto en la relación Universidad-Comunidad.

La gestión del PST con miras a satisfacer tanto las necesidades de formación del estudiantado conforme al perfil de competencias expresadas en el PNFI, como las de los beneficiarios del proyecto, implica una negociación previa entre las partes (Universidad- Comunidad), donde se establezcan los alcances de cada PST, de tal forma que el estudiantado en cuestión, solo hará aportes significativos a la

comunidad, en función de las competencias exigidas en el pensum de estudio.

Para garantizar que todos los proyectos lleguen a la fase de Transición de acuerdo a lo establecido en la Ingeniería del Software, se estima conveniente que sea el personal docente involucrado en la gestión de los Proyectos quienes canalicen y asignen prioridades en la aceptación y desarrollo de proyectos.

La calidad del PST ejecutado por los estudiantes, implica la puesta en práctica de conocimientos no solo en el ámbito de la Informática, sino además como investigadores. Esto es posible, distribuyendo el tiempo asignado a PST, en dos bloques: Proyecto Metodológico y Proyecto Técnico.

En el análisis curricular se demuestra que los proyectos de software deben cumplir todas las fases de la ingeniería de software y éstas solo pueden ser completadas por estudiantes del Trayecto IV.

Para el Trayecto I, la organización del proyecto condujo a resultados exitosos, ya que todos los proyectos ejecutados satisficieron las necesidades de soporte técnico a usuarios y equipos de la comunidad.

Los proyectos de Trayecto II, solo alcanzan algunas fases de la ingeniería del software y es posible que sea la razón de falla al ser instalado en la comunidad, funcionan muy bien, cuando la comunidad tiene un equipo de especialistas que tome el componente desarrollado para integrarlos a un sistema.

Un aspecto que aún queda abierto es por cuánto tiempo se mantienen los proyectos en funcionamiento en las comunidades, se propone el tema como trabajo futuro para mejorar la propuesta actual.

## REFERENCIAS

- [1] MPPEU. Ministerio de Poder Popular Para la Educación Universitaria "Plan Nacional de Formación en Informática ". pp. 11, pp. 14, pp. 22, pp. 28, pp. 29. 2012.
- [2] M. Amadio, R. Operetti, J. Tedeski. "Ejes de Formación y Enfoques Curriculares". UNESCO. Boletín No. 13. Suiza, Ginebra. 2013.
- [3] G. Maigua, E. Lopez. "Buenas Prácticas en la Dirección y Gestión de Proyectos Informáticos". Edutecne. Argentina. 2012.
- [4] Project Management Institute. "Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (PMBOK Guide)". 2 Edition. Estados Unidos. 2008.
- [5] I. Jacobson, G. Booch, J. Rumbaugh,. "El Proceso Unificado de Desarrollo de Software", Addison Wesley. 2000.
- [6] C. Amezquita, M. Castañeda. "Plan de Formación y Capacitación del Perfil Profesional Docente del Departamento de Informática, Departamento de Informática, IUTFRP". 2015.
- [7] R. Pressman. "Ingeniería del Software un Enfoque Práctico". 7 edición. Estados Unidos. McGrawHill. 2012.
- [8] A. Weitzenfeld, "Ingeniería de Software Orientada a Objetos con UML. Java e Internet", México: Edamsa impresiones, S.A. de C.V, pp. 68-73. 2008.