

# Índice general

<b>1. TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA</b>	<b>3</b>
1.1. Tecnología . . . . .	3
1.2. Definición . . . . .	5
1.2.1. Tipos de Transferencia Tecnológica . . . . .	5
1.2.2. Canales Para la Transferencia de tecnología . . . . .	6
1.2.3. Conclusión . . . . .	9
1.3. Modelo . . . . .	9
1.3.1. Los factores formales . . . . .	10
1.3.2. Factores Informales . . . . .	10
1.4. Transferencia Tecnológica en Latinoamérica [6] . . . . .	12
1.4.1. Tránsito histórico . . . . .	12
1.4.2. Financiación . . . . .	13
1.5. Obstáculos para una Transferencia Exitosa . . . . .	14
1.6. Recomendaciones Para una Transferencia Tecnológica Exitosa . . . . .	15
1.6.1. Recomendaciones para los generadores de políticas . . . . .	15
1.6.2. Recomendaciones para la academia . . . . .	16
1.6.3. Recomendaciones para el Gobierno . . . . .	17
1.7. Actividades Prioritarias Para Obtener Una Transferencia de Tecnología Exitosa . . . . .	18
1.8. Actividades . . . . .	20
1.9. Metodología para la Transferencia Tecnológica y de Conocimientos en el Diseño de Sistemas Embebidos . . . . .	22
1.9.1. Componentes de la Tecnología . . . . .	23
1.9.2. Etapas de la Metodología . . . . .	27



# Capítulo 1

## TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA

"Social development today is determined by the ability to establish a synergistic interaction between technological innovation and human valuesÇastells 1999

La transferencia de tecnología según Van Gigch involucra la adquisición de "actividad Inventiva" por parte de usuarios secundarios. Es decir, la transferencia tecnológica no involucra necesariamente maquinaria o dispositivos físicos. El conocimiento puede ser transferido a través de entrenamiento y educación, y puede incluir temas como manejo efectivo de procesos y cambios tecnológicos[1] .

La transferencia tecnológica es un proceso dinámico que debe ser re-evaluado periódicamente, requiere una infraestructura adecuada que involucra instituciones, centros de formación vocacional, técnica y administrativa, personal con diferentes especialidades y un entorno cultural adecuado. Es difícil que la tecnología desarrollada en un entorno determinado pueda ser transferida sin realizar modificaciones en la escala de producción y la adopción de productos al mercado local.

La transferencia de tecnología ha introducido técnicas de alta productividad y en muchos casos cambios técnicos en países menos desarrollados. La adquisición de tecnología foránea contribuye a mejorar la competitividad en los mercados locales e internacionales en estos países, en los que debe ser considerada como un proceso vital. Este proceso presenta problemas cuando se pierde capacidad de absorción por parte del país receptor y la renuencia del país que transfiere a transferir tecnología real y el know-how. Por lo que es necesario que estos países promuevan sus capacidades tecnológicas locales con el fin de absorber las tecnologías foráneas de forma eficiente en función de sus necesidades locales y de esta forma generar un rápido proceso de industrialización.

No debe confundirse la transferencia tecnológica con la apropiación de tecnología que se define como el proceso de interacción con la tecnología, la modificación de la forma como es usada y el marco social dentro del cual es usada. Un ejemplo de apropiación de tecnología lo podemos encontrar en la telefonía celular, nuestras sociedades han cambiado drásticamente su forma de comunicarse y han generado nuevas actividades alrededor de esta tecnología, los usuarios pueden generar aplicaciones que adicionan funcionalidades y servicios.

### 1.1. Tecnología

La tecnología es definida como el factor más significativo para mejorar la productividad, calidad y competitividad [2] y puede verse como un proceso de transformación de recursos que tiene como entrada

recursos naturales, bienes, o productos semi-manufacturados y como salida se obtienen bienes consumibles de capital y semi-manufacturados. El *Technology Atlas team* identifica cuatro componentes de la tecnología [1] (ver figura 1.1:

- **Techno-ware** Relacionado con objetos: Herramientas, equipos, máquinas, vehículos, facilidades físicas, instrumentos, dispositivos y fábricas
- **Human-ware** Relacionado con personas: Habilidades en conocimiento experimental, sabiduría y creatividad, experiencia, competencia, creatividad.
- **Info-ware** Relacionado con la Información: Incluye todo tipo de documentación y datos acumulados relacionados con especificación de procesos, procedimientos, diseños, teorías, y observaciones
- **orga-ware** Relacionado con la Organización: Acuerdos y Alianzas necesarias para facilitar la integración de los componentes Técnico, Humano, y de información. Involucra asignación, sistematización, organización, redes de comunicación.

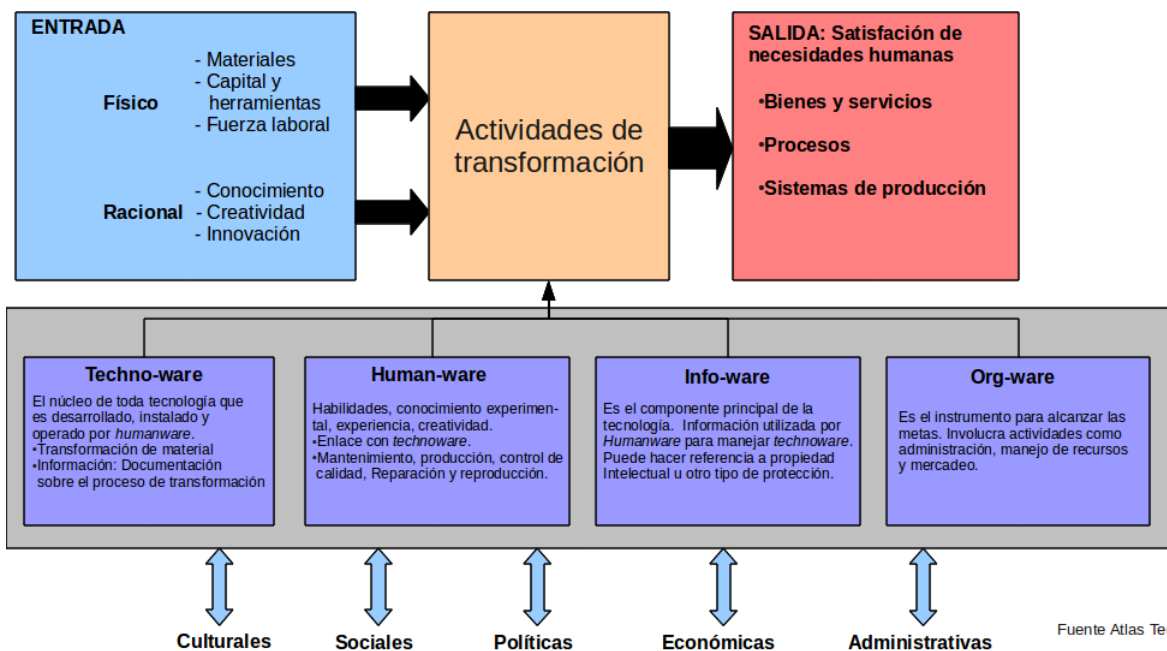


Figura 1.1: Modelo del proceso de Transferencia de Tecnología Indicando La Composición de Los Canales Formales e Informales

El uso efectivo de estos cuatro componentes requiere el cumplimiento de ciertas condiciones: el componente técnico requiere de personal con habilidades específicas para poder ser utilizado; para mejorar la eficiencia del sistema, el componente humano necesita de adaptación y motivación; se debe actualizar el sector de la información a medida que la organización cambia para adaptarse a nuevas condiciones o requerimientos. **No es posible realizar operaciones de transformación ante la ausencia de uno de estos cuatro componentes.** La interacción de estos cuatro componentes puede ser resumida de la siguiente forma:

- *Tecnaware* constituye el núcleo de cualquier tecnología, es decir, una habilidad de transformación, y es desarrollada, instalada y operada por *humanware*.
- *Humanware* o las habilidades individuales representan el elemento clave de cualquier operación de transformación guiada por el *infoware*
- *Infoware* almacena conocimiento acumulado para ahorrar tiempo en el aprendizaje individual. Es generado y utilizado por *humanware* para los procesos de toma de decisiones y operaciones.
- *Orgaware*, o el marco de trabajo administrativo, adquiere y administra el *tecnaware*, *humanware* e *infoware* con el fin de realizar la operación. *Orgaware* se compone de las actividades de planeación, organización, activación, motivación y control de operaciones.

La tecnología no está asociada a un sistema socio-económico abstracto; la tecnología se encuentra fuertemente relacionada con un espectro amplio de las necesidades humanas, si se dictan por las condiciones físicas existentes o por factores culturales derivados de las especificidades históricas de diferentes grupos sociales [3]. En resumen, la tecnología está compuesta de conocimiento, herramientas, técnicas y actividades utilizadas para transformar las entradas de la organización en salidas.

## 1.2. Definición

Odedra [4] define la transferencia tecnológica como el problema de transferencia de conocimiento (o know-how) sobre un número de aspectos (que incluyen el conocimiento) sobre cómo funciona un determinado sistema, cómo operarlo y desarrollar sus aplicaciones, cómo mantenerlo y si es necesario, cómo producir sus componentes y montar un sistema similar. La transferencia tecnológica se considera exitosa cuando los receptores de la tecnología asimilan los conceptos anteriores para suplir sus necesidades locales.

Según Jolly [5] la innovación tecnológica es entendida como un nuevo método, medio o capacidad del individuo para realizar una determinada actividad. El resultado de la transferencia tecnológica puede ser la aceptación de una práctica común en otros lugares, o la aplicación de una técnica diseñada para otro uso en la solución de problemas locales, debe distinguirse del proceso general de difusión de tecnología: un movimiento no planeado de artículos sociales y tecnológicos de un lugar a otro sin ningún esfuerzo centrado en la transferencia. La transferencia tecnológica incluye la difusión de conocimiento científico y la preocupación por la transformación del conocimiento en innovaciones útiles. El conocimiento es lo que queda al final de un proceso documentado y difundido de forma apropiada. Para que la transferencia tecnológica sea exitosa es necesario transferir los componentes de la tecnología, es decir: Los conocimientos técnicos, las habilidades humanas, la información y la estructura de la organización.

### 1.2.1. Tipos de Transferencia Tecnológica

Mansfield clasifica la transferencia tecnológica en transferencia de material, diseño y capacidades, la transferencia de material no constituye una transferencia tecnológica real, ya que no genera el conocimiento necesario para transformarlos y generar nuevos productos que cumplan con las necesidades locales

- Transferencia material: Artefactos tecnológicos: Materiales, productos finales, componentes, equipos.
- Transferencia de diseño: Diseños, proyectos, know-how para fabricar productos diseñados previamente. Los productos son copiados para producirlos localmente.

- **Transferencia de Capacidades:** Proporciona know-how y software no solo para fabricar componentes existentes, sino, innovar y adaptar tecnologías existentes para producir nuevos productos.

La transferencia de diseños permite adquirir mayor conocimiento sobre la tecnología transferida, sin embargo, es necesario que el país receptor cuente con la plataforma tecnológica adecuada para absorber estos conocimientos, de lo contrario no se generarán nuevos productos y las actividades se limitarán al ensamblaje de productos pre-manufacturados. La transferencia de capacidades es ideal, ya que proporciona las herramientas necesarias para que la transferencia sea exitosa, está asociada a una transferencia de conocimiento, lo cual es vital para entender plenamente la tecnología, mejorando las habilidades de los profesionales del receptor.

Otra clasificación distingue entre Transferencia Vertical y Horizontal:

- **Transferencia Vertical:** Transferencia de información técnica a diferentes niveles de un proceso innovativo determinado. Por ejemplo de investigación básica a investigación aplicada, de investigación aplicada a desarrollo y de desarrollo a producción. es decir, una progresión tecnológica desde la teoría al producto terminado.
- **Transferencia Horizontal:** Cuando se utiliza en un lugar, organización o contexto y es transferida y utilizada en otro lugar.

La transferencia vertical establece varios pasos en la transferencia, que pueden ser aplicados en diferentes niveles: entre centros académicos, transferencia entre la academia y la empresa para generar aplicaciones, prototipos y producción en masa. La desconexión entre la Universidad y la empresa en Colombia y en la mayoría de los países en desarrollo hace que los objetivos que persigue la academia no están sintonizados con las necesidades de la industria y en muchas ocasiones los productos generados en la academia nunca llegan a las industrias locales, ya sea porque no tienen la infraestructura tecnológica para hacerlo o porque la Universidad no proporciona el soporte necesario para que ese producto pueda ser utilizado en la práctica.

### 1.2.2. Canales Para la Transferencia de tecnología

Erdilec and Rapoport [45] clasifican los mecanismos en Formales: Acuerdos de licenciamiento, inversión extranjera, compañías conjuntas, acuerdos de cooperación en investigación, arreglos de producción conjunta e informales: No involucran acuerdos entre las partes y son difíciles de detectar y monitorear, por ejemplo, exportación de productos tecnológicos o bienes de capital, ingeniería inversa, intercambio de personal técnico y científico, conferencias de ciencia y tecnología, ferias y exposiciones, educación y entrenamiento realizado por extranjeros, visitas comerciales, literatura abierta (artículos, revistas, libros técnicos), espionaje industrial. Adicionalmente, existe una división basada en la naturaleza de la institución que proporciona los recursos para que se realice la transferencia, la institución puede ser de carácter:

- **Abierta** en donde la tecnología y el conocimiento són considerados bienes públicos, no existen restricciones para acceder a la información necesaria para adquirir, usar y transformar estos conocimientos en productos comerciales, y su éxito radica en obtener la máxima difusión posible para que los usuarios de este conocimiento mejoren el material existente y contribuyan con experiencias personales,
- **Cerrada** La tecnología y el conocimiento se genera para fines privados, la utilización de este conocimiento esta sometida a acuerdos comerciales. No es posible entender las bases de la tecnología, por lo que no se pueden generar productos derivados.

## Adquisición de IT

La adquisición de equipo ha sido uno de los mecanismos de transferencia más importantes para los países en desarrollo. Estos equipos se entregan con el software requerido para su funcionamiento con lo que no es necesario que los usuarios generen aplicaciones, por lo que solo adquieren el conocimiento necesario para utilizar estas máquinas, y por lo tanto no saben como funcionan. Otra forma de transferencia se presenta cuando una empresa vende una solución personalizada a las necesidades de los clientes. La transferencia tecnológica se presenta en el proceso de personalización, esto, unido a otras habilidades en programación ayudan a elevar el mercado de SW local; sin embargo, en muchas ocasiones no se realiza ningún tipo de transferencia de know-how en la adquisición de estas máquinas.

Las grandes multinacionales dominan el mercado de software y hardware y hacen que sea imposible el ingreso de pequeñas compañías locales, lo que se traduce en que el mantenimiento y servicios asociados al hardware, así como los ajustes de software sean realizados por los proveedores de las multinacionales y en muy pocos casos los usuarios de esta tecnología adquieren habilidades para sostener el equipo. La transferencia se realiza a subsidiarias de las multinacionales, con lo que la transferencia es mínima, esto se hace para que la dependencia no se pierda.

En conclusión con la venta de equipos se transmite únicamente el conocimiento para operar, programar o mantener, sin embargo, este conocimiento sobre el sistema puede ayudar a concientizarse sobre la tecnología e impulsar la formación de capital humano. La experiencia de países que lograron un rápido desarrollo económico e industrial muestra que la adquisición de una gran cantidad de tecnología foránea jugó un papel importante en este proceso.

## Educación y Entrenamiento

Educar a las personas a través de cursos y entrenamiento en el país y enviándolas al extranjero para otros estudios es una forma de adquirir know-how sobre nuevas tecnologías, o tecnologías que no se utilizan en el país de origen. Muchas instituciones ofrecen carreras en ingeniería electrónica, ciencias de la computación y afines, algunas de ellas utilizan modelos pedagógicos utilizados en países desarrollados, los que no han sido adaptados plenamente a la infraestructura tecnológica local, y no es raro encontrar estudiantes que no están satisfechos con su profesión al finalizar los cursos[4].

En muchas universidades temas como nanotecnología, diseño de circuitos integrados de muy alta integración (VLSI) hacen parte importante de las actividades de investigación; la pertinencia de estos tópicos avanzados ante la situación tecnológica del país es indiscutible; sin embargo muchos estudiantes y profesionales no aplicarán estos conocimientos en el entorno local a corto plazo; los rápidos cambios en la industria electrónica pueden hacer que estos conocimientos resulten irrelevantes, aún si la infraestructura del país mejora; es decir, es importante no dejarse llevar por el momento, o por la *popularidad* de un tópico de investigación o de una tecnología novedosa, es necesario evaluar la pertinencia de los cursos que se dictan en el entorno tecnológico local, por supuesto, es necesario que la academia impulse cambios en el sector, pero estos cambios deben ser consecuentes con el nivel tecnológico que posea el país.

La transferencia tecnológica no ocurre cuando estudiantes formados en el exterior no pueden aplicar sus conocimientos en su país de origen, por lo que es necesario crear políticas que definan que áreas de estudio son prioritarias para el país.

Las multinacionales también ofrecen cursos de capacitación, sin embargo, se limitan al uso de sus productos, creando dependencia hacia sus herramientas. Adicionalmente, existen centros privados de capacitación que ofrecen cursos para el manejo de paquetes y lenguajes de programación, estos centros aprovechan la falta de centros de enseñanza tecnológica y personal calificado para cobrar altas sumas de

dinero, lo cual limita el acceso. Programas académicos inapropiados, acceso limitado a libros y computadores, falta de facilidades para capacitación, reduce la efectividad de la educación y capacitación como canal para la transferencia tecnológica.

### **Asistencia Técnica**

La ventaja de contratar consultores externos radica en el ahorro de tiempo y dinero, ya que, utilizar personal local implicaría un gran esfuerzo y posiblemente se tendrían que asumir errores costosos en el proceso; sin embargo, no es bueno confiar a consultores externos la responsabilidad de construir habilidades locales, ya que reduce el desarrollo de estas habilidades, especialmente, la del personal encargado de manejar proyectos. En algunas ocasiones los consultores no están familiarizados con las condiciones y requerimientos locales, con lo que diseñan soluciones que no se ajustan perfectamente a las necesidades, lo que significa que el sistema es sub-utilizado y la transferencia de tecnología es poca. La falta de personal calificado hace que los consultores se encarguen de todas las tareas del proyecto, lo que aumenta su carga de trabajo y disminuye la posibilidad de entrenamiento de personal local[4].

En algunas ocasiones los consultores son representantes de grandes multinacionales y todas sus acciones están dirigidas a aumentar la dependencia con los productos generados por dichas transnacionales y a ignorar de forma sistemática opciones que pueden ayudar a la transferencia de conocimiento, llegando hasta el punto de influir en la formulación de políticas para transferencia tecnológica. Un ejemplo de este tipo de alianzas no convenientes se presenta en la industria del Software dominada por Microsoft. Microsoft firma acuerdos con centros educativos oficiales para la distribución de sus productos con licencias a muy bajo costo, el estudiante se acostumbra a utilizarlas y cuando sea un profesional debe adquirirlas a un precio elevado para poder realizar su actividad profesional con la única herramienta que conoce.

### **Licenciamiento**

El licenciamiento es un canal que se utiliza para transferencia de know-how sobre productos o procesos, es aplicado de forma individual o en combinación con otros instrumentos como investigación extranjera, importación de maquinaria o de técnicos. Sin embargo, no es efectivo si no se acompaña de habilidades administrativas y de producción. Adicionalmente, es necesario contar con una infraestructura tecnológica adecuada, capacidades locales de fabricación de hardware y software y políticas de gobierno adecuadas [4].

Un ejemplo de este tipo de práctica se presenta en el ensamble de dispositivos electrónicos, todos los componentes se importan completamente terminados y el dispositivo final es ensamblado probado y se carga la configuración inicial, no se producen actividades de ingeniería inversa con lo que se transmite muy poco conocimiento.

Sin embargo, es necesario crear una confianza en los productos locales, el gobierno debe crear políticas de protección de los productos generados localmente, países de latinoamérica aplican este tipo de protecciones y solo permiten la importación de productos que no se fabriquen en el país. Esto aumenta la confianza en los productos generados localmente e impulsa el desarrollo industrial y la generación de empleo.

### **Inversión Extranjera Directa**

La inversión directa de multinacionales es una forma de obtener tecnología externa. Esto asegura una rápida transferencia de información tecnológica, pero no necesariamente del entendimiento o know-how. Lo que hace que la tecnología transferida a través de este canal sea mínima. Las grandes multinacionales



pueden tener cierto control político en los países en vía de desarrollo, hasta tal punto que son asesores de instituciones encargadas de fijar políticas para la transferencia tecnológica [4].

El objetivo de la transferencia tecnológica debe ser el aumento de la auto-suficiencia en el país receptor, unido a un uso compartido de recursos y experiencia entre los países desarrollados y en vía de desarrollo. La compra de equipo o de software transfiere muy poco conocimiento sobre la tecnología, el servicio post-venta y el mantenimiento es realizado por el proveedor. Por otro lado, las facilidades en educación y capacitación son limitadas lo cual obstaculiza la formación de capital humano. La asistencia técnica utilizada para suplir la falta de personal especializado y ayudar con el proceso de transferencia no ha sido muy efectiva.

### 1.2.3. Conclusión

La efectividad de cada canal depende de la naturaleza de la tecnología que se va a adquirir, el tipo de organización y de las capacidades de absorción del recipiente. La tecnología es efectiva únicamente cuando la economía del país es capaz de utilizarla; cuando se transfiere una tecnología se debe contar con la capacidad para adquirirla y se deben generar las actividades necesarias para mejorar la plataforma tecnológica, incluyendo la educación y la capacitación, de tal forma que el país sea capaz de absorberla y generar nuevos productos que satisfagan necesidades locales.

El éxito de la transferencia tecnológica no depende de un factor único, sino de la confluencia de múltiples factores dentro y fuera de la institución académica; las relaciones personales entre los agentes de transferencia tecnológica y la facultad, licencias corporativas, y las comunidades de investigación y de negocios son la clave de esfuerzos exitosos. En muchos casos, las Universidades han liderado el proceso de transferencia tecnológica a través de sus directivos, estos a través de incentivos crean una cultura académica que recompensa la transferencia tecnológica y el emprendimiento.

Nuestra aproximación se centrará en la educación y entrenamiento como canal para la transferencia tecnológica; una de las razones para esta elección es la dificultad que se presenta en nuestro país para acceder a información especializada que ayude en el proceso de transferencia de conocimientos; como se mencionó anteriormente, en la actualidad existen centros de formación que proporcionan capacitación en temas puntuales como diseño digital utilizando FPGAs y lenguajes de descripción de hardware, uso de sistemas operativos como herramientas de desarrollo en aplicaciones con procesadores de 32 bits, procesamiento digital de señales o imágenes; sin embargo, su elevado costo o limitada cobertura hace que este esfuerzo sea dirigido a un sector específico de la población dejando por fuera a un gran número de interesados. Por otro lado, los centros de formación no están relacionados de forma directa con la producción; esto es, poseen los conocimientos teóricos sobre como programar y operar una determinada tecnología pero no conocen los mecanismos para hacer producción masiva, lo cual es vital para que un producto sea comercializable. Nuestra aproximación, se basa en suministrar una serie de conocimientos que pueden usarse como punto de partida para el desarrollo de aplicaciones comerciales o como material para la capacitación de personal especializado proporcionando un canal de comunicación entre los diseñadores locales y la industria manufacturera; adicionalmente, se proporcionará una metodología de diseño basada en el uso de herramientas abiertas lo cual reduce de forma considerable la inversión de capital en herramientas de desarrollo.

## 1.3. Modelo

Un programa de transferencia tecnológica debe incluir mecanismos que unan de forma eficiente la fuente del conocimiento con la utilización del mismo. Estos canales de comunicación son mecanismos de

recursos humanos que pueden ser incorporados tanto en la fuente como en el destino, el proceso de una efectiva transferencia tecnológica puede comenzar con potenciales usuarios en lugar de fuentes [5] (ver figura 1.2).

### **1.3.1. Los factores formales**

Están formados por procedimientos para difusión, clasificación, almacenamiento y recuperación de conocimientos.

#### **Documentación**

Es el formato, organización, o presentación de la tecnología que será transferida. El formato y el lenguaje se relacionan directamente con el entendimiento del material por parte del receptor. La información que no se entiende no se utiliza.

#### **Distribución**

Constituye el canal físico a través del cual la tecnología fluye e involucra tanto el número de entradas y el fácil acceso al canal, así como el plan de distribución. Knox 1973, dice: Una medida de la efectividad del sistema de información tecnológica es la capacidad de permitir el contacto entre personas con necesidades y con posibles soluciones. Ames 1965, encontró que para que el proceso de distribución sea exitoso, debe considerarse el intercambio personal; este canal ayuda a eliminar retardos en la investigación, ya que permite determinar el estado del arte de una determinada actividad o área de trabajo.

#### **Organización**

La percepción del receptor de la organización. Schon 1967, caracteriza a una organización que es favorable a la transferencia tecnológica y utilización de conocimiento como aquella que vive en un estado de presión para funcionar, donde los conflictos son resueltos por mandato, los recursos son enviados sin vacilar, y donde la incertidumbre se convierte en un riesgo. Stephenson, Ganz y Erickson 1974, reportan un estudio realizado sobre 109 científicos e ingenieros donde algunos de ellos sienten que una organización ocasionalmente puede actuar como una barrera a las nuevas ideas.

#### **Selección de Proyectos**

Proceso de selección para proyectos de investigación y desarrollo realizado por el proveedor con ayuda del receptor. Es importante que la investigación comience como respuesta a una necesidad del cliente.

### **1.3.2. Factores Informales**

Los factores informales son de naturaleza sociológica y/o comportamental, y contribuyen fuertemente al éxito de la utilización del conocimiento por una determinada organización. En esta categoría se encuentran la comunicación, creencias y sentimientos sobre la fuente del conocimiento, percepción sobre la organización, supervisores y pares.

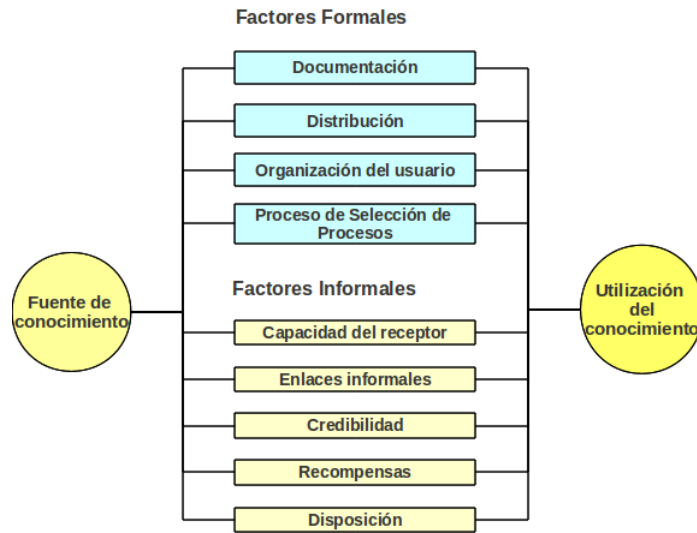


Figura 1.2: Modelo del proceso de Transferencia de Tecnología Indicando La Composición de Los Canales Formales e Informales

### Capacidad

La capacidad del usuario para utilizar nuevas ideas que cubren un amplio espectro de rasgos que incluyen riesgo, riqueza, poder, educación, experiencia, edad, confianza en sí mismos. Atributos como: Atrevimiento, status profesional y educativo, dominio, sociabilidad, no son considerados tan importantes frente a la autosuficiencia que es el más valorado.

### Enlace (contacto)

Presencia y efectos de enlaces informales en la organización receptora. El enlace opera dentro de la organización receptora y exhibe características similares al supervisor, líder de opinión, innovador y previo conocedor de la innovación.

### Credibilidad

La credibilidad es una evaluación por parte del usuario, de la confiabilidad de la información. Es evaluada analizando la fuente y el canal del mensaje. La opinión cambia dependiendo de la fuente de la información, es decir, la credibilidad es influenciada por su fuente.

### Recompensa

Reconocimiento del sistema social del cual hace parte un individuo ante un comportamiento innovador.

## Disposición

La habilidad y/o deseo del individuo para aceptar un cambio en la organización de la cual es miembro. Así mismo es importante la capacidad de adopción de nuevas ideas, Gallup 1955 señaló que aunque una idea halla sido aceptada intelectualmente, toma un período de tiempo antes de ser incorporada en la forma de pensar. Ser consciente de la importancia de de una nueva idea no s suficiente para asegurar su uso; debe existir una disposición, un interés, una motivación personal para utilizar un mejor método, proceso o concepto.

## 1.4. Transferencia Tecnológica en Latinoamérica [6]

### 1.4.1. Trasfondo histórico

Durante el período que va de los años 40 a la década de los 80, en América Latina y el Caribe se puso en práctica una política de industrialización por sustitución de importaciones mediante modalidades de proteccionismo de la industria manufacturera local. Con lo que se comenzó a importar los bienes de capital necesarios para la fabricación en el ámbito local, desarrollando; se importaron los equipos para realizar la transformación industrial, pero no se generaron las bases científico-tecnológicas que se encargaran de generar nuevos productos asociados a las materias primas proporcionadas por los recursos naturales locales, se descuidó el capital humano capaz de entender, adaptar y llevar estos inventos a la sociedad, salvo en algunas disciplinas agrícolas donde la especificidad local obligó a la investigación. Adicionalmente, no se generó demanda local que impulsara la producción de conocimiento, las nuevas empresas no contaban con departamentos de Investigación y desarrollo (I+D) y los gobiernos no estimulaban la creación de centros de investigación asociados a este proceso de industrialización. Para dar solución a esta situación se creó la Comisión para América Latina y el Caribe (CEPAL); a partir de las décadas de los cincuentas y setentas comenzaron a crear políticas en las áreas científicas y tecnológicas, creando instituciones destinadas al fomento de la ciencia y la tecnología. Muchos de estos esfuerzos fueron discontinuos y contradictorios, pero algunos siguieron las pautas establecidas por la UNESCO y la OEA exhibiendo una notable continuidad. Esto unido al apoyo gubernamental y el interés de las universidades fue clave para la formulación de políticas de apoyo a la ciencia y la tecnología.

Gracias a estas políticas hubo un fuerte proceso de institucionalización de la investigación científica y de los mecanismos de desarrollo: Sistemas de promoción del I+D, legislación en transferencia de tecnología, planificación de la ciencia, métodos de diagnóstico de recursos, sistemas de fijación de prioridades tecnológicas, etc. A finales de los 50s y durante los 60s y 70s, estas actividades eran soportadas casi de forma exclusiva por el estado (incluyendo las universidades públicas), estos esfuerzos no provocaron una dinámica sostenida de innovación en el conocimiento y en la economía, ya que en muchos sectores no se generó un vínculo sólido entre la producción y la investigación, esto debido a la creación de dos modelos de investigación en ciencia y tecnología:

- Ciencia Académica: Basada en las universidades, es incorporada a la comunidad científica internacional, de quien recibe legitimidad, orientación, organización.
- Actividad Tecnológica: Sustentada por organismos sectoriales, legitimada por instituciones estatales, su objetivo es dar solución a problemas prácticos y a la transferencia de tecnología al sector productivo.

En los años 80 disminuyó la confianza de poder encontrar un camino hacia un desarrollo endógeno, lo que originó un giro hacia políticas de ajuste, estabilización y apertura de la economía que buscaban vías

alternas para llegar a la globalización. La apertura de la economía suponía un abastecimiento de nuevos conocimientos por parte de las empresas locales para estar a tono con el estado internacional o la búsqueda de nuevos nichos de mercado; por otro lado, la apertura forzaría una homogeneización tecnológica, por lo que el aumento de la competitividad se lograría a través de la transferencia de productos externos y no la inventiva e innovación local.

En los años 90 los países de la región realizan grandes compras a costa de su endeudamiento externo. La industria local se ve enfrentada a productos extranjeros baratos, lo que ocasiona el cierre de muchas industrias manufactureras y la transformación de muchas en importadores; esta política dismantela el aparato productivo y no fomenta actividades de adaptación, mejora y creación de productos. La oferta tecnológica proviene del exterior, se diluye el sistema nacional de ciencia y tecnología basado en el aumento de la oferta interna de conocimiento.

Las políticas públicas se reducen a la aceptación de normas de la Organización Mundial de Comercio (OMC) basadas en presiones de Estados Unidos y la Unión Europea sobre patentes farmacéuticas, tecnologías agrícolas y de otros tipos. Los esfuerzos e interacciones tecnológicas entre la ciencia y la producción no constituyen un sistema autosostenido de relaciones dinámicas que marquen un rumbo claro a la investigación en ciencia y tecnología vinculado con las sociedades y las economías donde se desenvuelven.

Según Gibbons y Schwartzman, la investigación científica se origina y justifica cada vez más en el contexto de aplicación del conocimiento, es decir, en la posibilidad de su utilización. Por lo que los temas de investigación no son fijados por los científicos sino por redes formadas por empresarios, ingenieros de planta e inversionistas. Lo que lleva a que las diferencias entre las dos formas de investigación disminuyan. En tal sentido, no es seguro que la inserción en el comercio internacional de América Latina favorezca su posición en la producción de conocimientos en ciencia y tecnología.

La ciencia y la tecnología en la región presenta dos grandes problemas: **a) su escasa magnitud; b) su desvinculación con la sociedad a la que pertenece**, con el agravante de la pérdida de legitimidad que se produjo en las últimas dos décadas, sustentada por una parte en el estado, y en su integración en una ciencia internacional fuertemente académica, por la otra [7].

### 1.4.2. Financiación

Según la Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RYCIT), el gasto en actividades de ciencia y tecnología en los países latinoamericanos alcanza poco menos de los 8.000 millones de dólares anuales, lo cual representa el 2,3 % del gasto mundial en el sector. Mientras el PIB de Estados Unidos cuadruplica al de América Latina y el Caribe, su inversión en I+D es más de 20 veces mayor que la latinoamericana; dicho de otro modo, el esfuerzo de los países de la región en ciencia y tecnología es inferior al que les correspondería realizar tomando en cuenta el valor del producto regional.

Según la Organization for Economic Co-operation and Development (OCED) los países Latinoamericanos dedican en promedio algo más del 0,6 % de su Producto Interno Bruto a I+D. Esta inversión se concentra en Brasil, México y Argentina, en Colombia el gasto es del 0.18 % lo que contrasta fuertemente con el gasto militar de 3.4 %. En la Unión Europea, en cambio, el porcentaje alcanza el 1,7 % del PIB, en Estados Unidos alcanza el 2,8 %, Japón (3,13 %), Corea del Sur (2,52 %) y otros como China e India en los cuales, aunque la inversión es algo inferior, la tendencia de los últimos años hace pensar en un aumento progresivo de sus inversiones en I+D. El gasto en ciencia y tecnología como el recurso promedio que tienen los investigadores para llevar a cabo su tarea, en EEUU asciende a 171.000 dólares por investigador, y en el conjunto de países latinoamericanos a 59.000.

Un rasgo característico de la investigación científica en América Latina es su gran dependencia del estado, según un estudio de la OCED, en el plano estrictamente tecnológico, las estadísticas sobre patentes

describen un panorama entre el norte y el sur similar a los datos del I+D: el número de solicitudes de patentes en EEUU es del orden de los 200.000 por año, más de 50.000 y de 40.000 en España y Canadá, respectivamente. En América Latina, sólo Brasil y México (pero ambos con marcados desniveles anuales) presentan cifras algo significativas: entre 6.000 y 10.000 patentes anuales; aún así, son valores marcadamente inferiores.

## 1.5. Obstáculos para una Transferencia Exitosa

La cantidad de conocimiento y tecnología transferida es afectada por políticas gubernamentales, la situación económica, **facilidades de educación y capacitación**, personal calificado, aspectos organizacionales y sociales, proveedores de tecnología e infraestructura tecnológica. El gobierno juega un papel importante en el proceso de transferencia tecnológica ya que puede invertir en la infraestructura para impulsar una determinada tecnología o colocar restricciones para des-estimular su uso. Estas políticas son dependientes de la situación económica del país y del entendimiento de la importancia de la transferencia por parte de sus dirigentes. La falta de facilidades en educación y en capacitación obstaculizan el proceso de transferencia, limitando el acceso. La falta de estas habilidades indica que los canales de transferencia no son eficientes porque la infraestructura del país no lo permite. Las personas son las que finalmente absorben el know-how tecnológico, si no existe el suficiente personal disponible y dispuesto, el proceso de transferencia se detendrá.

La administración a nivel de organización juega el papel más importante en el proceso de transferencia tecnológica. La resistencia o el desconocimiento a la tecnología, la adquisición de tecnología por motivos particulares no contemplan la implementación y la capacitación. Por esta razón, es necesario que los encargados de tomar las decisiones y trazar políticas, conozcan la tecnología, o que estén conscientes de su importancia. La transferencia tecnológica debe ser un proceso de dos vías, por lo que es indispensable tener habilidades adecuadas en investigación, capacidades organizacionales y de ingeniería para que estos conocimientos sean asimilados y utilizados en la solución de problemas locales. Es necesario que la adquisición de tecnología obedezca a un plan y que esta tecnología supla una necesidad real, de lo contrario los equipos adquiridos y la capacitación recibida no serán utilizados, por otro lado, la tecnología adquirida que no es asimilada y transformada en herramienta para la solución de problemas locales aumenta el grado de dependencia, lo que representa justamente lo contrario a lo que se debe buscar en una actividad de transferencia tecnológica.

Los procesos de transferencia tecnológica son influenciados de forma directa o indirecta por las infraestructuras organizacionales y tecnológicas de los países, los cuales, deben exceder sus capacidades para absorber la tecnología transferida. Esta transferencia es efectiva solo si la economía en la cual es introducida es capaz de utilizarla. Si un país cuenta con los recursos económicos necesarios para adquirir la tecnología, debe mejorar la infraestructura para soportarla, incluyendo la educación y las facilidades de entrenamiento, así como los enlaces de telecomunicaciones [8].

La falta de facilidades de educación y capacitación afecta la transferencia del know-how, obstaculizando el desarrollo de habilidades a través del proceso de aprendizaje. La carencia de estas facilidades limita la difusión del conocimiento; la pérdida de estas habilidades se pueden originar porque la transferencia no se realizó o porque la infraestructura no lo permite.

Si no existen personas disponibles y dispuestas a absorber el knowhow el proceso de transferencia se detendrá. El proceso de transferencia tecnológico también es influenciado por la falta de políticas claras en la Tecnología de la Información, y los planes de negocios estratégicos, los cuales pueden identificar las necesidades que traerán beneficios a la nación o determinar lo que se puede lograr con los recursos disponibles.

Algunas políticas regulatorias sobre procesos de adquisición de hardware y software que existen en varios países obstaculizan los procesos de transferencia de tecnología. Al hacer convenios con multinacionales para suministro de tecnología, a menudo estas no están interesadas en difundir el conocimiento necesario para reproducir sus productos y el soporte se limita a tópicos relacionados con su manejo. Ejemplos claros de esto se encuentran en el software propietario, los usuarios deben usar el programa como se les suministra y no tienen acceso al código fuente, con lo que no pueden adquirir habilidades estudiando su estructura y no pueden hacer modificaciones para adaptarlo a sus necesidades. Esto se traduce en una sub-utilización del producto y en el aumento de la dependencia del proveedor.

Las tecnologías de la información deben ser utilizadas como una facilidad en el proceso de educación y capacitación, es necesario tomar conciencia de la importancia de la información a nivel organizacional y gubernamental.

La gran ausente en las políticas Tecnológicas parece ser la sociedad; nada permite suponer que el interés de los cultores del campo se pretenda una democratización de la ciencia y la tecnología, una apropiación de su dinámica y de sus resultados por parte de la sociedad en su conjunto. Llama la atención que, por una parte, no existan trabajos o programas que destaquen desde un punto de vista crítico los impactos tecnológicos sobre la vida de la sociedad (calidad, tejido social, integración social, distribución de beneficios, etc.); por otro lado, no se registran estudios o programas de formación destinados a plantear la cuestión de la divulgación científica y tecnológica como procesos de apropiación simbólica por parte de los ciudadanos respecto de los contenidos de la ciencia y la tecnología [7].

## **1.6. Recomendaciones Para una Transferencia Tecnológica Exitosa**

Estudios consultados [8] [9] [10] [11] [12] [13] [14], coinciden en que para dar solución a los problemas expuestos anteriormente se deben seguir las siguientes recomendaciones:

### **1.6.1. Recomendaciones para los generadores de políticas**

- Promover la importancia de la transferencia tecnológica como motor de desarrollo económico
  - Proporcionar educación en transferencia tecnológica y comercialización a las instituciones académicas.
  - Promover la formación de grupos de investigación locales, para superar el aislamiento de investigaciones individuales.
  - Tomar conciencia que la innovación involucra el desarrollo científico y tecnológico a varios niveles, por diferentes medios y a través de un amplio rango de instituciones académicas.
  - Promover las actividades de Transferencia tecnológica que involucren transferencia de conocimiento; que permita la creación de nuevos productos y servicios; del mismo modo, desalentar la compra de equipo y software propietario como política para la transferencia tecnológica.
  - Promoción de vínculos entre grupos de investigación locales y sus pares en el exterior.
- Fomentar la Generación de Empresas Locales de Base Tecnológica
  - Evaluar y abordar la transferencia de tecnología desde una perspectiva corporativa.
  - Revisión de la política gubernamental de apoyo a las pequeñas empresas.
- Promover el mejoramiento de la plataforma tecnológica

- Desarrollar sistemas de medición para capturar de forma efectiva el valor de las actividades relacionadas con la innovación.
- Crear un centro de intercambio de información para transferencia tecnológica y difundir la información de forma activa.

### 1.6.2. Recomendaciones para la academia

- Actualización curricular
  - Innovación
  - Crear planes de transferencia de tecnología flexibles
  - hacer compromisos con el desarrollo económico.
  - Necesidad de mejorar las competencias y habilidades generales de los ingenieros, (continuo aprendizaje) habilidad para innovar, investigar, desarrollar nueva tecnología.
  - Innovación curricular, actualización continua de profesionales.
  - Invertir en la formación de maestrías y doctorados nacionales orientados a conectar la investigación con los sectores productivos, teniendo en cuenta el entorno geográfico y social.
  - Difusión de habilidades generales para el uso de conocimiento científico y de tecnologías de información entre todos los estratos de la población.
- Alianza con la industria
  - La Universidad debe desarrollar las habilidades y competencias que la empresa requiere.
  - Buscar alianzas industriales para lograr beneficios a largo-plazo.
  - Vinculación de miembros de la industria a centros de investigación para formar relaciones formales e informales.
  - Buscar tener fortalezas en áreas dominadas por las industrias locales
  - Promover y soportar la Transferencia de Tecnología
  - Fortalecer el espíritu empresarial para apoyar la comercialización
  - Montar laboratorios de pruebas e incentivar a los productores nacionales para que logren una calidad que cumpla con los estándares internacionales.
- Promover y Soportar la Transferencia Tecnológica
  - Elevar la transferencia tecnológica a un nivel superior y promover la excelencia.
  - Concientizar a los creadores de políticas gubernamentales sobre la importancia de la transferencia tecnológica y las alianzas con la investigación industrial.
  - Interacción entre Universidades, Conviene que buena parte de los trabajos realizados en doctorado sean de investigación aplicada, orientadas a mejorar la productividad del sector empresarial
  - Infraestructura institucional que impulse la actualización tecnológica en el sector mediante desarrollo de proyectos de tecnología de punta con una posible transferencisarial
  - Infraestructura institucional que impulse la actualización tecnológica en el sector mediante desarrollo de proyectos de tecnología de punta con una posible transferencia de tecnología.
- Búsqueda de Financiación para Investigación y Desarrollo a de tecnología.



- Búsqueda de Financiación para Investigación y Desarrollo
  - Buscar de forma agresiva fondos para la investigación.
  - Crear recursos empresariales en las instituciones académicas, y enlazarlos con actividades de transferencia tecnológica.
  - Aumentar las alianzas con fuentes de inversión de capital para nuevas empresas.
  - Creación de empresas como parte del proceso de transferencia tecnológica de la institución y de los compromisos con el desarrollo económico
  - Realizar seminarios y líneas de profundización de temas afines a la administración y la gerencia en empresas de base tecnológica.

### **1.6.3. Recomendaciones para el Gobierno**

- Promover la Relación Universidad-Empresa
  - Fomento a centros de investigación y productividad para fortalecer la relaciones universidad empresa.
  - Fomentar la colaboración Universidad-Empresa en I+D, mediante la financiación de becas de cooperación, centros de investigación e incentivos fiscales.
  - Crear estrategias para mejorar la relación Universidad - empresa, creando premios para casos exitosos de transferencia tecnológica.
  - Educar a las instituciones académicas sobre los recursos empresariales locales.
  - Trabajar con corporaciones y fundaciones para el fomento de patrocinios y participación en transferencia de tecnología, I+D y desarrollo empresarial.
  - Desarrollar o mejorar infraestructuras regionales para capturar y retener empresas creadas en las instituciones académicas.
  - Crear políticas que ayuden a vincular a científicos extranjeros y a impedir la migración de los nacionales.
- Formular políticas Para Incentivar Actividades de Transferencia Tecnológica
  - Fomentar en líderes universitarios el compromiso con el desarrollo económico.
  - Definir agendas de investigación acordes con las tendencias mundiales y desarrollar capacidades en el país.
  - Fomentar cooperación internacional e inversión extranjera con transferencia de tecnología. a nivel gubernamental, Apoyo del gobierno a personas que tienen un alto potencial de crear y desarrollar tecnología.
  - Mejorar la plataforma Tecnológica.
- Promover la Excelencia Académica y la Investigación
  - Promoción de las instituciones académicas como bienes económicos
  - Trabajar con las instituciones académicas para identificar sus competencias.
  - Proporcionar fondos para temas específicos de investigación en instituciones académicas.
  - Promover la Investigación y Desarrollo y la transferencia tecnológica
  - Promover la investigación, la colaboración, la transferencia tecnológica y el desarrollo empresarial.
  - Ayudar a las instituciones académicas a evaluar su impacto sobre las economías locales y difundir los resultados a las instituciones gubernamentales.

## 1.7. Actividades Prioritarias Para Obtener Una Transferencia de Tecnología Exitosa

Las anteriores recomendaciones coinciden en que para que se presente una transferencia tecnológica exitosa, es decir, para que los elementos técnicos, habilidades humanas, la documentación y la organización asociadas a una determinada tecnología, puedan ser asimilados por personal calificado (disponible y dispuesto) para posteriormente transformar estos conocimientos en la creación de nuevos productos o servicios que suplan necesidades locales es necesario:

**Fomentar la creación de empresas de base tecnológica** El gobierno debe crear facilidades y créditos para que empresas tecnológicas con la capacidad de innovación puedan realizar su actividad comercial (productos o servicios) y de esta forma crear nuevos empleos, aumentar la demanda de servicios tecnológicos. Así mismo, las universidades deben crear empresas que comercialicen productos derivados de sus actividades de Investigación y acompañar a sus egresados en el proceso de creación y consolidación.

**Promoción de la transferencia tecnológica** El gobierno y las Universidades deben centrar sus esfuerzos en identificar las necesidades de la sociedad y cambiar sus prioridades para darles solución, las universidades deben realizar proyectos de aplicación que puedan ser utilizados por el sector productivo a corto o mediano plazo; crear políticas que permitan hacer llegar el conocimiento generado a diferentes niveles de la sociedad. Las políticas de gobierno deben desalentar la compra de equipo que solo transfiera conocimiento sobre su operación y no permita la creación de nuevos conocimientos a partir de ellos; así mismo, debe formular políticas que protejan las empresas locales de base tecnológica impidiendo el ingreso de productos similares provenientes del mercado asiático premiando a las industrias nacionales que realicen productos innovadores ya sea con beneficios tributarios temporales o con la adjudicación de créditos condonables destinados al desarrollo de nuevos productos. Universidad, Gobierno e Industria deben trazar políticas que definan las áreas en las que se deben formar los profesionales en el exterior, las cuales deben estar en sintonía con el estado de la plataforma tecnológica, el sector productivo y el entorno social del país, estas políticas deben cambiar a medida que se mejora la plataforma tecnológica local y se presentan cambios en el entorno mundial. Se debe trabajar en la creación de una cultura de la Transferencia Tecnológica, resaltando su importancia para el desarrollo del país.

**Promover la Excelencia Académica** Debe existir una evaluación continua de los planes académicos para que se adapten a las necesidades del sistema productivo local, proporcionando a sus profesionales las habilidades requeridas por la industria, en especial las requeridas para crear líderes emprendedores que puedan crear nuevas empresas y que sean conscientes de la importancia del aprendizaje continuo. Por otro lado, es necesaria la creación de maestrías y doctorados que sigan políticas nacionales encaminadas al desarrollo económico orientados conectar la investigación con el sector productivo local y crear mecanismos de medición que permitan comparar y clasificar las instituciones académicas según las competencias de las habilidades (liderazgo y emprendimiento) de sus egresados y de esta forma determinar que instituciones son merecedoras de créditos, becas, o financiación para desarrollar actividades. Por último, y no menos importante, difundir habilidades generales para el uso de nuevas tecnologías a os diferentes sectores de la población.

Los centro de educación de diferentes niveles deben trabajar de forma conjunta para definir los objetivos y habilidades que requiere el sector productivo a nivel de formación tecnológica y profesional, con el fin de delimitar sus funciones para que no interfieran en el mercado laboral. En la actualidad estos limites no están definidos, debido a que somos un país consumidor de tecnología y productos manufacturaodos, y las funciones de compra y operación pueden ser realizadas por técnicos e ingenieros; adicionalmente la venta de estos productos tambien puede ser realizada por cualquier persona, razón por la cual lo ingenieros tienen problemas a la hora de conseguir empleo. Esta situación se vuelve crítica debido a la gran cantidad de programas de Ingeniería que se crearon en Colombia, solo en la Universidad Nacional de Colombia

se gradúan cerca de 60 ingenieros electrónicos al año. Adicionalmente, es necesario unificar contenidos de carreras similares y crear programas donde participen diferentes centros de formación con el fin de aprovechar los escasos recursos suministrados por el estado; crear canales de comunicación que permitan compartir resultados de investigaciones para evitar repetirlos.

”Para hacer esto posible se requiere una comisión de regulación de la educación superior que vele, especialmente, por la calidad de los diferentes programas. Ésta debe ser una comisión independiente y mixta con la participación del sector privado. Por otra parte, es menester tener en cuenta que el programa planteado requerirá un incremento sustancial de inversión en la oferta docente, tecnológica y de investigación”<sup>1</sup>

**Promover la Relación Universidad Empresa** El sector productivo debe invertir en las actividades de transferencia tecnológica e investigación y desarrollo, ya que es uno de los directamente beneficiado con ellas. El gobierno debe desalentar las prácticas comerciales que no generan actividades de I+D, en especial las que solo comercializan productos manufacturados en países asiáticos ya que esto hace que la industria no vea la necesidad de crear productos propios y por lo tanto no se invierte en Investigación y Desarrollo ni se contrata personal o bienes y servicios especializados. La academia debe proporcionar a la industria herramientas y profesionales que le permitan competir con productos provenientes del extranjero, es una realidad que a corto plazo no podemos competir con la industria manufacturera asiática, pero si podemos utilizarla para construir productos diseñados en el país que satisfacen necesidades locales. Se debe crear consciencia en la industria de las ventajas de tener productos diseñados localmente, resaltando los servicios adicionales que pueden generarse al personalizar estos productos y proporcionar servicios derivados de su uso. Adicionalmente, se deben crear espacios donde los empresarios participen en los procesos de toma de decisiones y creación de políticas gubernamentales sobre educación e investigación y desarrollo, para esto es vital determinar que actividades económicas contribuyen al desarrollo tecnológico, cuales son generadoras de conocimientos y de esta forma incentivar su práctica. Por otra parte, las Universidades deben continuar con sus labores de investigación en temas de actualidad y aumentar la visibilidad de la academia colombiana en el entorno científico mundial, sin embargo, muchos de estos trabajos no se pueden aplicar a corto, mediano y algunos ni a muy largo plazo en el país debido al estado actual de la plataforma tecnológica. Los centros académicos deben trabajar en problemas del entorno local, que aunque no tienen mucho reconocimiento a nivel internacional si refleja un grado de compromiso con el entorno social en donde ellas operan.

**Alianzas Para Obtener y Compartir Recursos** Como se mencionó anteriormente Colombia es el país de Sur-América que menos invierte en Investigación y Desarrollo, por esta razón es necesario crear alianzas estratégicas para compartir los escasos recursos disponibles, en la actualidad no existe una red nacional de Universidades que trabajen conjuntamente en temas tecnológicos, por eso vemos que muchas investigaciones se repiten y se compran costosos equipos que en muchos casos se sub-utilizan. En la actualidad el Servicio Nacional de Aprendizaje SENA posee una gran cantidad de recursos económicos, de infraestructura y de equipos, adicionalmente tiene una muy buena relación con pequeñas empresas y conoce las necesidades de este sector, la función del SENA es proporcionar formación a nivel técnico que soporte las actividades de las empresas Colombianas; un caso similar se presenta en la Escuela Tecnológica Instituto Técnico Central; sin embargo, los centros de educación superior no utilizan esta coyuntura para acercarse a la empresa y de esta forma obtener recursos necesarios para sus actividades en investigación. Esto, debido a que las comunidades científicas del país (normalmente establecidas en las mas prestigiosas universidades) no están acostumbradas a unir esfuerzos, recursos y proyectos en programas colectivos; sus intereses particulares prevalecen sobre el interés de la comunidad [14]; esto, unido a la estructura de gobierno de los organismos gubernamentales que hacen ciencia y tecnología donde los investigadores son enfrentados entre si por los escasos recursos del estado, promueven estrategias individuales para conseguir dichos recursos impidiendo la cooperación. No obstante, se ha demostrado que las iniciativas de cooperación son muy exitosas para asegurar el avance de grupos de investigación, alianzas y redes [14].

---

<sup>1</sup> Publicado en el Espectador: 16 de julio 1999 ‘Urge elevar la competitividad Santiago Montenegro

## 1.8. Actividades

En la Figura 1.3 se hace un resumen de las recomendaciones formuladas anteriormente para lograr una transferencia tecnológica exitosa y como estas están relacionadas con actividades requeridas para el mejoramiento de la plataforma tecnológica y la creación de una cultura de transferencia de tecnología en el área de diseño de Sistemas Embebidos. Área en la que el país puede competir a corto plazo con productos provenientes de países industrializados. Adicionalmente, los sistemas embebidos cubren un amplio campo de aplicaciones comerciales y requieren de conocimientos y habilidades especiales; estas habilidades deben ser desarrolladas por los centros de formación teniendo en mente la situación actual del país y la situación a la que se quiere llegar.

Todas las actividades desarrolladas buscan la creación de conocimiento alrededor del tema de Transferencia Tecnológica en el área de Sistemas Embebidos (SE), se parte del concepto *El Conocimiento como Bien Común* [15] [16] [17] [18], y por lo tanto, se deben crear mecanismos que permitan su distribución, organización, mejoramiento y actualización. Este trabajo representa la semilla de este recurso y es el fruto del trabajo de 5 años de estudio en metodologías de diseño, fabricación y producción, experimentación, establecimiento de relaciones comerciales y académicas para entender la dinámica de la industria Colombiana y mundial. Todo esto para identificar las habilidades con las que debe contar un profesional para que lidere proyectos innovadores y emprendedores que permitan la creación de empresas locales y de esta forma generar empleo y mejorar las condiciones de vida de la comunidad asociada. Y adicionalmente, detectar las necesidades de la industria Colombiana y generar actividades para la transferencia de estos conocimientos. Las actividades se dividieron en los siguientes cuatro grupos:

- **Creación de Habilidades Necesarias Para una Transferencia Tecnológica Exitosa:** Aplicación del plan de estudios *CDIO* [19] a las asignaturas del área de Electrónica Digital, utilizando las habilidades que requiere la industria electrónica nacional. Para poder generar estas habilidades se requiere de una serie de conocimientos con los que no se contaba hasta el momento en la Concepción, Diseño e Implementación de Sistemas Embebidos, por lo que se realizó un estudio sobre metodologías de diseño, implementación y producción de sistemas digitales. El conocimiento y la experiencia adquirida se está documentando en un servidor público que hace parte del proyecto *linuxencaja* <sup>2</sup>, creado en el 2005 por profesores de la Universidad Nacional y la Universidad Santo Tomás con el fin de encontrar alternativas abiertas para el desarrollo de sistemas digitales, y tiene como misión difundir el uso de herramientas abiertas en el diseño y fabricación de sistemas embebidos basados en GNU/Linux; esta información le permitirá a cualquier personal entender, usar y modificar las plataformas de referencia disponibles ya sea para adquirir o mejorar habilidades en la Concepción, Diseño e Implementación de SE o para crear nuevos dispositivos que satisfagan una determinada necesidad. En el capítulo ?? se realizará una descripción de las actividades realizadas y las plataformas diseñadas durante este estudio. En el capítulo ?? se hace una descripción del proceso que se llevó a cabo para la aplicación del plan de estudios *CDIO* a las asignaturas del área de Electrónica Digital.
- **Creación de Empresas de Base Tecnológica:** La principal fuente de información sobre la dinámica de la industria electrónica Colombiana y el estado de la industria Electrónica mundial (la que se utilizó para determinar las necesidades de las empresas locales, y las habilidades que los profesionales en el área deben poseer para suplirlas) fué la empresa Colombiana emQbit, esta empresa fue creada por un grupo de egresados de la Universidad Nacional de Colombia, los cuales con la asesoría del autor de este trabajo de investigación incursionaron en la concepción, diseño e Implementación de Sistemas Digitales, convirtiéndose en la primera y única empresa en Colombia que realiza el proceso completo del proceso de diseño de SE [20].[21]. En el capítulo ?? se enumerarán las actividades realizadas con esta empresa.

---

<sup>2</sup><http://wiki.linuxencaja.net/>

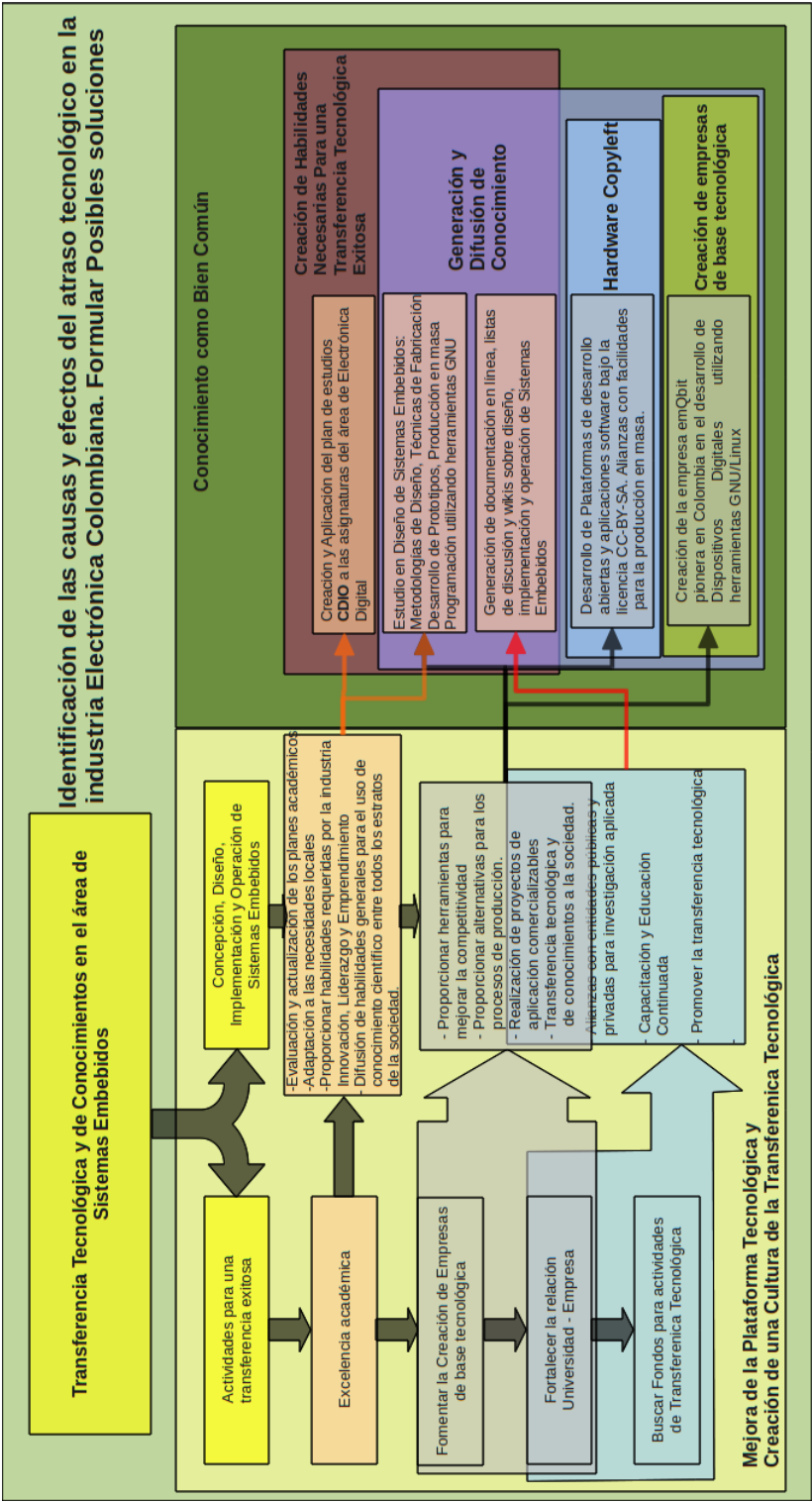


Figura 1.3: Resumen de las actividades realizadas para encontrar una metodología para la transferencia tecnológica en sistemas embebidos

- **Hardware Copyleft:** El movimiento de Software Libre y de Código Abierto (FOSS) es hoy en día la estructura auto-gobernada más exitosa, millones de personas alrededor del mundo trabajan de forma conjunta y distribuida en busca de un bien común: Generación y distribución de herramientas software, sistema operativo y todo tipo de aplicaciones incluyendo el código fuente bajo una licencia que permite su distribución y modificación. Este movimiento busca romper los grandes monopolios en la industria del Software, donde el usuario final no puede participar en el proceso de creación del mismo y debe pagar por aplicaciones que no se ajustan a sus necesidades, que presentan errores en su funcionamiento, aceptar todos estos problemas y pagar por actualizaciones. Adicionalmente, buscan difundir los conocimientos que un determinado programador adquirió para el desarrollo de una aplicación permitiendo el estudio del código fuente, creando listas de discusión donde se resuelven todo tipo de dudas y se planifica de forma conjunta el desarrollo de estas aplicaciones, desarrollando tutoriales y libros disponibles en línea.

Este movimiento ha creado toda una serie de herramientas que compiten con las suministradas por multinacionales como Microsoft y Apple, dentro de las más destacables se encuentran: La *cadena de herramientas de compilación GNU*, librerías, el sistema operativo *Linux*, aplicaciones como el servidor web *Apache*, el explorador *Mozilla*, la suite ofimática *OpenOffice* y distribuciones como *Debian*, *Ubuntu*, *Suse*, *Redhat*. Gracias a esto, se dispone de una cantidad enorme de aplicaciones en diversos campos que pueden ser utilizadas para adquirir conocimientos y desarrollar aplicaciones en diferentes áreas.

El resultado más notable, es la creación de un recurso de bien común: el conocimiento contenido en las herramientas y aplicaciones, la infra-estructura física y tecnológica para su distribución y difusión, y una comunidad que se encarga de contribuir, mejorar y administrar este recurso; El cual está basado en principios de libertad y de confianza, esto es, cualquier persona puede ser parte de la comunidad y participar en los procesos de toma de decisiones y creación de normas, y deben conocer de antemano las reglas de interacción entre los miembros y como sus acciones afectan a los otros miembros y al recurso. En el capítulo ?? estudiaremos con más detalle este movimiento.

Este trabajo contribuye con la creación de un movimiento inspirado en el movimiento FOSS, pero dirigido al desarrollo de aplicaciones Hardware, esto es, Circuitos Integrados, Placas de Circuito Impreso, Dispositivos comercializables, programación y generación de bienes y servicios asociados a estos productos. En la actualidad existen varios proyectos que proporcionan los archivos de diseño para reproducir el componente hardware, sin embargo, no existe un consenso sobre las características que se deben cumplir para que sea considerado *copyleft*, esta es una de los tópicos que se abordarán en el capítulo ??

## 1.9. Metodología para la Transferencia Tecnológica y de Conocimientos en el Diseño de Sistemas Embebidos

Debido a que esta investigación no cuenta con la participación de sectores gubernamentales generadores de políticas, formulamos una metodología para la transferencia de capacidades, y de diseño; esto es, nuestro principal objetivo es realizar las actividades mencionadas anteriormente para: adquirir el conocimiento necesario para utilizar tecnología de punta en el área de la electrónica digital en la construcción de dispositivos que den solución a problemas locales, disminuyendo la dependencia con productos extranjeros. Esta tecnología fué creada en el países más desarrollados y es utilizada ampliamente en el desarrollo de sistemas digitales en diversas áreas de aplicación; sin embargo el país no cuenta con suficiente personal caificado para utilizarla, por esto, la metodología propuesta entra en la definición de transferencia horizontal. Una característica importante es su naturaleza abierta ya que los resultados obtenidos, y los recursos generados en este trabajo serán de dominio público; esto con

el fin de llevar a los interesados los resultados de investigaciones que los ayuden a ser más productivos, a crear nuevos productos basados en nuevas tecnologías, o a conscientizarlos de la existencia e importancia de ellas.

El canal seleccionado para realizar esta transferencia es la **Educación y el Entrenamiento**; aprovechando la posición privilegiada de la Universidad Nacional de Colombia (el autor de este estudio es miembro de la comunidad académica y es el encargado de actualizar los contenidos programáticos del área de electrónica digital) como el centro de formación superior más importante del país, y la reputación de su carrera de Ingeniería Electrónica, la cual siempre obtiene los puntajes más altos en las pruebas ECAES, se facilita la difusión de este estudio ya que por un lado se cuenta con la credibilidad de una institución que tiene como misión asesorar a la nación en los órdenes científico, tecnológico, cultural y artístico; por otro lado, es posible realizar cambios en el programa de la línea de sistemas digitales ajustándolos al resultado del presente estudio y comprobar su eficacia en la creación de habilidades que permitan absorber esta nueva tecnología.

### 1.9.1. Componentes de la Tecnología

En esta sección se listarán los componentes que hacen parte de la tecnología necesaria para la concepción, diseño, implementación y operación de sistemas digitales; se analizará que componentes pueden ser transferidos a mediano o corto plazo y se trazarán políticas que fomenten la capacidad local para la producción total a mediano y largo plazo.

#### **Techno-ware**

El proceso de transformación de materiales necesario para la producción de un sistema digital se resume a continuación:

1. Fabricación de los dispositivos semiconductores: Esta etapa requiere de un grado muy alto de especialización y de una plataforma tecnológica muy avanzada; la fabricación de un circuito integrado se justifica comercialmente cuando los niveles de producción superan las 20.000 unidades, este nivel de producción es muy elevado para las industrias electrónicas colombianas; por lo tanto, mientras no se alcancen este nivel de ventas no es viable económicamente invertir grandes sumas de dinero en la adquisición de equipo para fabricar este tipo de dispositivos; sin embargo, si es necesario investigar en procesos de fabricación y metodologías de diseño de dispositivos semiconductores para estar preparados a niveles de producción elevados pero realizando la fabricación en el exterior.
2. Producción, montaje y prueba de tarjetas electrónicas: La placa de circuito impreso es el corazón de todo sistema digital, en ella se realizan todas las conexiones entre los diferentes dispositivos del circuito; proporciona un medio para fijar conectores y dispositivos físicos necesarios para la aplicación; proporciona robustez mecánica y protege al dispositivo de radiaciones que puedan interferir con su correcto funcionamiento. Dependiendo de la aplicación esta placa de circuito impreso puede ser construida en una gran variedad de materiales que pueden ir desde baquelita, fibra de vidrio hasta polyimide para circuitos flexibles y pueden utilizarse hasta 12 capas para facilitar las conexiones en circuitos muy densos. Aunque el principio de fabricación de estas placas se basa en fenómenos químicos similares a los de la fotografía, en el país solo existen tres empresas que proporcionan productos de buena calidad, estas son: Microensable en Bogotá, Colcircuitos en Medellín y Microcircuitos en Cali; junto a ellas existen una gran cantidad de empresas artesanales que proporcionan productos que no podrían ser utilizados en productos comercializables.

- Maquinaria que necesita asistencia humana
    - Procesos químicos para la fabricación de placas de circuito impreso: El proceso de fabricación de placas de circuito impreso utiliza máscaras con el diseño del circuito que se desea grabar en las placas de cobre, estas máscaras son aplicadas a placas recubiertas de un material fotosensible que se vuelve resistente al ácido en la presencia de luz ultravioleta, después de un baño de ácido se remueve el cobre que no estaba protegido por el material fotosensible (que reaccionó con la fuente de luz), dejando grabado el patrón deseado en la tarjeta. De la calidad de los químicos utilizados y de la resolución de las máscaras depende el grosor de la línea más delgada que se pueda obtener en el proceso, la industria colombiana proporciona una separación mínima de 0.2mm mientras en el exterior es posible obtener 0.1mm. Los costos de este proceso son similares, con lo que es posible realizar circuitos impresos de buena calidad hasta de 4 capas en Colombia.
    - Montaje de componentes through-hole.
  - Maquinaria que automatiza procesos: Permiten el montaje automático de grandes cantidades de placas de circuito impreso; el equipo debe ser configurado y ajustado para cada nuevo diseño, en Colombia solo Microcircuitos en Bogotá y Colcircuitos en Medellín poseen la capacidad de este tipo de montaje automático; sin embargo, sus costos son altos en comparación con los que se obtienen en el exterior.
    - Apertura de orificios.
    - Montaje de componentes electrónicos SMT.
    - Inspección visual de placas.
    - Verificación del correcto funcionamiento de los diferentes componentes de la placa electrónica.
3. Producción de carcasas: la carcasa es una parte vital del dispositivo electrónico ya que proporciona rasgos característicos para su aplicación y permite la interacción con el usuario, los tipos de encerramientos más comunes son de plástico y de aluminio extruido, el molde para inyección de plástico es muy costoso en comparación con el de aluminio extruido por lo que su costo debe estar contemplado en el análisis económico del producto. En el país existen empresas y personal calificado para realizar estas tareas.
- Elaboración de moldes
  - Inyección de plástico
  - Extrusión de aluminio
4. Ensamble de dispositivos digitales:
- Pruebas de funcionamiento y calidad.
5. Montaje, prueba y reparación de dispositivos digitales. Las tarjetas de circuito impreso deben ser programadas, probadas y montadas en sus respectivas carcasas, para niveles de producción elevado, esto requiere de equipo especializado para automatizar el proceso. En el país existe una actividad muy establecida en torno a este punto, el ensamble de computadores de escritorio y tablets PCs, la diferencia es que las tarjetas ya son diseñadas para una función específica.
- Montaje manual de prototipos, operación de re-work.

En la actualidad el país no cuenta con una oferta de bienes y servicios relacionados con las actividades mencionadas anteriormente; esto, es una consecuencia de la poca demanda de la industria local. Para que los industriales inviertan en equipos que ayuden en este proceso es necesario generar demanda interna. Mientras que la industria electrónica local alcance un nivel de producción tal, que los industriales inviertan en este tipo de bienes y servicios se deben utilizar los servicios de países más



industrializados; las actividades realizadas por la empresa creada por este proyecto *emQbit* determinaron que existen dos países en los que se puede realizar la producción de sistemas digitales a gran escala, Taiwan y China; TAIWAN se especializa en el desarrollo de prototipos, esto es, pequeñas producciones de 100 unidades destinadas a verificar el correcto funcionamiento del dispositivo, su cercanía a China permite conseguir casi que cualquier dispositivo electrónico necesario para su fabricación. China se especializa en el mercado a gran escala, sus empresas manufactureras poseen la capacidad para hacer la producción de millones de dispositivos digitales; sin embargo, es difícil encontrar compañías que hagan producciones pequeñas.

El mercado asiático es un gigante en lo relacionado con la industria manufacturera de sistemas electrónicos, posee la infraestructura para realizar el proceso completo desde la fabricación de circuitos integrados hasta el montaje final de aplicaciones; ofrece una vasta gama de productos y dispositivos para dicho fin; proporciona diferentes niveles de calidad con lo que se pueden conseguir precios muy bajos, estos precios tan bajos pueden ser producto de los altos niveles de producción, o de una práctica muy frecuente en China: el reciclaje, pequeñas compañías desmontan los componentes de tarjetas electrónicas desechadas y los utilizan en nuevos productos, estos componentes se adquieren a precios muy bajos, por esta razón es posible encontrar en el mercado teléfonos celulares a 10 USD. Aunque es muy difícil competir con esta industria en productos de consumo masivo, es posible utilizar sus servicios y su alto grado de desarrollo para la fabricación de productos adaptados a las necesidades locales.

Muchos países no cuentan con la capacidad de fabricación de circuitos integrados, y no por esto dejan de producir sistemas digitales; sin embargo, es importante contar con un adecuado suministro de componentes electrónicos que permita utilizar los últimos desarrollos y ser competitivo en precios. Desafortunadamente en Colombia no existe esta posibilidad y no aparecemos en la lista de países en los que los fabricantes de circuitos integrados tienen representación. En la actualidad, el suministro de dispositivos electrónicos en el país es muy pobre, y solo se consiguen dispositivos muy viejos y en algunos casos obsoletos; *La novena* es el sitio más grande donde se consiguen dispositivos electrónicos en Colombia y se encuentra muy lejos de convertirse en un distribuidor como Digikey, Avnet o Moouser; por esta razón las empresas y centros de investigación que realizan desarrollo de dispositivos digitales se ven obligados a importar componentes electrónicos, lo que no es muy eficiente desde el punto de vista económico ya que es necesario pagar impuestos y transporte en el sitio de origen y de destino; de nuevo, esto es el resultado de la demanda local.

Esta situación no es fácil de resolver ya que obedece a la demanda de servicios y productos del país; a medida que la industria y la academia local utilicen nuevos productos y servicios se generará la oferta de los mismos.

### **Human-ware**

Los conocimientos necesarios para que la tecnología asociada al diseño de sistemas embebidos pueda ser absorbida se resume a continuación:

- Concepción y Diseño de sistemas digitales
  - Metodologías de diseño y de producción.
  - Concepción y diseño físico de nuevos productos.
- Implementación y operación de Sistemas digitales
  - Montaje y prueba de prototipos.
  - Control de calidad, diseño de pruebas y aplicación de normas.
  - Elaboración de esquemáticos

- Diseño de tarjetas de circuito impreso.
- Creación de aplicaciones software.
- Integración de productos existentes
- Reparación de dispositivos digitales
- Operación, configuración y mantenimiento de equipo de producción.

En esta parte se realizaron los aportes más grandes de este trabajo; basado en la experiencia de la Universidad Nacional y de conversaciones con docentes de otras universidades, se detectó que en la mayoría de los programas académicos de las principales universidades del país se trabaja con dispositivos lógicos programables y lenguajes de descripción de hardware (VHDL, verilog) y realizan aplicaciones con softcores de Altera (NIOS), Xilinx (Microblaze) o Lattice (Mico32); sin embargo, no es muy extendido el uso de SoCs y sistemas operativos en los cursos relacionados con el diseño digital, se nota un dominio de los procesadores de 8 bits producidos por las compañías MicroChip, Altera (AVR), Texas Instruments y Motorola, y se utilizan licencias limitadas de las herramientas de desarrollo de estas empresas. Se nota una escasa generación de placas de circuito impreso incluso para los proyectos de fin de carrera. A continuación se listan los aportes que se realizaron en este campo:

- Concepción y Diseño de sistemas digitales: Formación de profesionales con habilidades en uso de metodologías de diseño y producción; en concepción y diseño físico de nuevos dispositivos.
- Implementación y operación de Sistemas digitales
  - Formación de profesionales con habilidades en:
    - ◇ Elaboración de esquemáticos y placas de circuito impreso.
    - ◇ Creación de aplicaciones software.
    - ◇ Integración de productos existentes.
  - Formación de profesionales con habilidades en:
    - ◇ Montaje y prueba de prototipos.
    - ◇ Control de calidad, diseño de pruebas y aplicación de normas.
    - ◇ Diseño de tarjetas de circuito impreso.
    - ◇ Reparación de dispositivos digitales
    - ◇ Operación, configuración y mantenimiento de equipo de producción.

En el capítulo ?? se realizará una descripción del contenido y metodologías que se implementaron en los cursos relacionados con diseño digital del Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica de la Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá, para conseguir estos objetivos.

## Info-ware

\*\*\*\*\*

Información utilizada por humanware para manejar technoware. Existen tres categorías de información específicas a: Technoware: Información requerida para operar, mantener y configurar a technoware en un sistema de producción. Especificaciones técnicas Operación y software utilizado para manejar technoware Mantenimiento del componente físico y software. Resolución de problemas. Especificaciones de diseño, y teoría necesaria para producir el technoware. Humanware: Información necesaria para para diseñar el uso de technoware en un sistema de producción eficiente. Información sobre requerimientos del sistema de producción , conceptos de diseño. Información técnica,

estándares, métodos de calibración, de pruebas. Orgaware: Información necesaria para asegurar la interacción entre technoware y humanware. Información para diseñar y controlar actividades Información y software necesarios para mejorar el planeamiento y control de actividades.

\*\*\*\*\* Infoware (Diseño de Sistemas Embebidos)

Technoware: Información sobre configuración, mantenimiento y operación de los equipos de producción. Puntos de ajuste donde se obtiene la mayor calidad. Procesos de estandarización, control de calidad,

humanware: Información necesaria para generar las habilidades requeridas para la concepción, diseño e Implementación de Sistemas Digitales. Esta información puede almacenarse en forma de tutoriales, manuales o cursos de capacitación.

Orgaware: Información sobre los proveedores de servicios y de distribuidores. Inventario de recursos. Información sobre mejoramiento de procesos

\*\*\*\*\*

Infoware: TRANSFERENCIA (Diseño de Sistemas Embebidos)

Technoware: Información sobre procesos de producción.

humanware: Ajuste del contenido de las asignaturas relacionadas para que se generen las habilidades requeridas. Generación de material de formación.

Orgaware: Información sobre las actividades necesarias para la creación de nuevos dispositivos digitales.

\*\*\*\*\*

## **Orga-ware**

### **Orgaware**

Maneja y controla la eficiencia de technoware utilizando humanware Convención: Filosofía adoptada. Organización: Funciones del recurso humano (habilidades y know-how) para un manejo eficiente del technoware. Facilidades: Desarrolla un entorno que elimina los obstáculos para alcanzar los objetivos. Evaluación de la organización para detectar problemas. Modificación: Ajuste de los puntos anteriores teniendo en cuenta los impactos de los cambios. Encargado de tareas de administración, manejo de recursos y comercialización

\*\*\*\*\*

Orgaware (Diseño de Sistemas Embebidos)

Búsqueda de componentes electrónicos y de proveedores de servicios de manufactura. Establecer relaciones con los fabricantes de componentes electrónicos para obtener información detallada de sus productos y procesos de producción. Planeación de la producción. Control y depuración de la información. Control de inventarios. Administración Mercadeo y ventas.

## **1.9.2. Etapas de la Metodología**

En la figura 1.4 se muestran los 6 etapas que componen la metodología propuesta, en las cinco primeras se realizan acciones encaminadas a entender, asimilar, aplicar y desarrollar la tecnología y en la última se realizan actividades de difusión que permitan el acceso de los conocimientos generados a quien le interese.

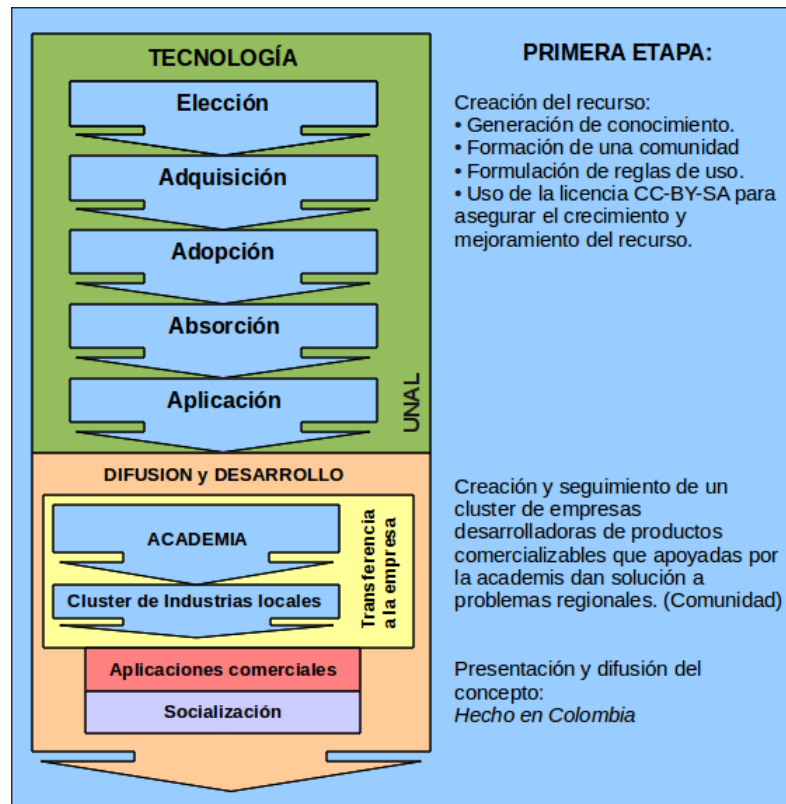


Figura 1.4: Etapas de la metodología propuesta para la transferencia tecnológica y de conocimientos en el área de diseño de sistemas embebidos

**Elección**

**Adquisición**

**Adopción**

**Absorción**

**Aplicación**

**Difusión y Desarrollo**



# Bibliografía

- [1] F. Bar, F. Pisani, and M. Weber. Mobile technology appropriation in a distant mirror: baroque infiltration, creolization and cannibalism. *Seminario sobre Desarrollo Económico, Desarrollo Social y Comunicaciones Móviles en América Latina*. Buenos Aires, April 2007.
- [2] Goel Cohen. *Technology transfer: strategic management in developing countries*. Sage Publications inc, 2004.
- [3] K. Goel and Sayers B. Modelling Global-Oriented Energy Technology Transfer to DCs. *Sixth Global Warning International Conference, San Francisco*, 1995.
- [4] M. odedra-straub. The Myths and Illusions of Technology Transfer. *IFIP World Congress Proceedings*, August 1994.
- [5] James A. Jolly. The Technology Transfer Process: Concepts, Framework and Methodology. *The Journal of Technology Transfer*. Springer, 1977.
- [6] UNESCO-Uruguay. Rasgos Principales de la Institucionalización de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación en América Latina y el Caribe y Tendencias de la Cooperación Internacional. <http://www.unesco.org.uy/>.
- [7] L. Vaccarezza. Ciencia, Tecnología y Sociedad: el estado de la cuestión en América Latina. *Revista Iberoamericana de Educación, No 18 - Ciencia, Tecnología y Sociedad ante la Educación*, 1998.
- [8] M. Odedra. *Information Technology Transfer to Developing Countries: Case studies from Kenya, Zambia and Zimbabwe*. PhD thesis, London School of Economics, 1990.
- [9] Innovation Associates Inc. Technology Transfer and Commercialization Partnerships Executive Summary.
- [10] M. Duque and A. Gauthier. Formación de Inegnieros para la Innovación y el Desarrollo Tecnológico en Colombia. *Revista de la Facultad de Minas - Universidad Nacional de Colombia*, December 1999.
- [11] D Zuluaga, S Campos, M Tovar, R Rodríguez, J Sánchez, A Aguilera, L Landínez, and J Medina. Informe de Vigilancia Tecnológica: Aplicaciones de la Electrónica en el Sector Agrícola. Technical report, COLCIENCIAS, 2007.
- [12] M. Tovar and R. Rodríguez. PROSPECTIVA Y VIGILANCIA TECNOLÓGICA DE LA ELEC-TRÓNICA EN COLOMBIA. Master's thesis, Universidad Nacional de Colombia, 2007.
- [13] Héctor Martínez. Apropiación de conocimiento en Colombia. El caso de los contratos de importación de tecnología. *Revista Cuadernos de Economía*, 2004.

- [14] C. Forero and H. Jaramillo. The access of researchers from developing countries to international science and technology. *International Social Science Journal*, Volume 54, Issue 171, 2002.
- [15] Elinor Ostrom. Reformulating the Commons. *Swiss Political Science Review*, Volume 6, Number 1, 2000.
- [16] E. Ostrom. The Rudments of a theory of the Origins, Survival, and Performance of Common-Property Institutions. *BROMLEY, D.W. et al. (eds.) Making the Commons Work: Theory, Practice, and Policy*. San Francisco, CA: ICS Press, 1992.
- [17] Elinor Ostrom. *Governing the Commons: The Evolution of Institutions for Collective Action (Political Economy of Institutions and Decisions) (Paperback)*. Cambridge University Press, November 1990.
- [18] A. Cortesi. Elinor Ostrom, the commons problem and Open Source. URL: <http://corte.si/posts/opensource/ostrom/index.html>, 2009.
- [19] Worldwide CDIO Initiative. "Benefits of CDIO" URL: <http://www.cdio.org/benefits-cdio> on November, 2009.
- [20] C. Camargo. First Colombian Linux SBC runs Debian. URL: <http://www.linuxfordevices.com/c/a/News/First-Colombian-Linux-SBC-runs-Debian/>, 2006.
- [21] emQbit. emQbit Linux Powered Devices Company. URL: <http://www.emqbit.com/>.