

Formato 3
ESCUELA DE POSGRADO
MAESTRIA EN GESTION Y POLITICA DE LA INNOVACION Y LA TECNOLOGIA
SEMINARIO DE TESIS 1
PLAN DE TESIS

Nombre: Rony Martin Cabrera Donayre.

Título de la Tesis

Ingeniería inversa para la adaptación tecnológica en una empresa manufacturera peruana, estudio de caso.

Planteamiento y Justificación del Tema

El sector manufacturero se ha convertido en uno de los ejes de la economía peruana por sus altas tasas de crecimiento a partir de la liberación comercial de la década de los noventa generando nuevos empleos, ingresos fiscales y desarrollo de pequeñas empresas que producen partes y servicios para este sector. Evidentemente, su crecimiento y competitividad está fuertemente relacionado con la innovación tecnológica donde un 65,5% de las empresas manufactureras desarrolló al menos una actividad de innovación en el periodo 2009-2011 (CONCYTEC, 2013). Cabe destacar que estas actividades de innovación tienen como objetivo final mejorar los resultados de la empresa al desarrollar y poner en marcha nuevos productos y procesos ("Oslo manual," 2005). Estas van desde actividades en investigación y desarrollo interno y externo, transferencia tecnológica, adquisiciones de bienes de capital y TIC's, capacitación, hasta las de diseño e ingeniería industrial. A propósito, el resultado de la primera Encuesta Nacional de Innovación en la Industria Manufacturera muestra que el 78,4% de las empresas centran sus esfuerzos en la adquisición de bienes de capital (INEI, 2012). Esta falta de equilibrio entre las actividades de innovación, pone en riesgo el desarrollo de capacidades endógenas y es un factor que explica el subdesarrollo tal como señala Máximo Vega (2003, p. 32): "una indagación global e histórica sobre las causas del subdesarrollo llevo a evaluar la relación de las economías subdesarrolladas con las desarrolladas (...) se trata esta vez de la dependencia como forma de relación con resultados predeterminados y distribución no equitativa de los frutos". Pero, como señala el Manual de Oslo estas adquisiciones son "necesarias para poner en marcha innovaciones de producto y proceso" ("Oslo manual," 2005, p. 97) y son preferidas por las organizaciones porque obtienen ventajas competitivas inmediatas, teniendo un mejor posicionamiento en los mercados sin tener que preocuparse por sus capacidades tecnológicas internas (Lugones, Peirano, & Giudicatti, 2004). Asimismo, Odagiri, Goto, Sunami y Nelson (2010, p. 15) mencionan su importancia al señalar que "para alcanzar el estado de arte de la tecnológica, un país tiene que adquirir tecnologías (extranjeras) de diferentes formas" y coincide con lo planteado por Olivares O. (2004, p. 17) al decir que "se tiene que aprovechar los conocimientos y tecnologías que se van produciendo en el resto del mundo, evaluarlos, mejorarlos y adaptarlos a nuestras necesidades de productividad y competitividad".

Por otro lado, estas adquisiciones conllevan a realizar un proceso de adaptación al contexto de la organización debido a que las nuevas tecnologías casi nunca se encuentran perfectas en la etapa de introducción inicial, originándose problemas y contingencias que no fueron anticipadas antes de la misma (Rosenberg, 1982). De esta manera, los usuarios de la tecnología son obligados a realizar ajustes o cambios para alcanzar una buena eficiencia operativa de la misma (Hollander & Knox, 1966). La adaptación de tecnología siempre implicará beneficios para las organizaciones como la reestructuración de sus operaciones, la competitividad y en el incremento de los conocimientos en sus empleados (Leonard-Barton, 1988). En apoyo este punto cabe mencionar el planteamiento de Odagiri et al. (2010, p. 3) "la importación de equipos y maquinaria contribuyen en parte por aumentar la productividad y en parte por proveer de oportunidades para hacer ingeniería inversa".

Es así como la ingeniería inversa es usada en las organizaciones como una fuente de información para planificar e implementar adaptaciones técnicas y rediseños (Montanha, Ogliari, & Black, 2007). En Japón, la ingeniería inversa fue una importante fuente de adquisición de conocimientos antes de la Segunda Guerra Mundial, por ejemplo Toyota empezó el desarrollo de automóviles desamoblando y copiando carros importados como Chevrolet y Fiat sin tener problemas en propiedad intelectual porque la presencia de Toyota en el mercado era tan pequeña en ese tiempo que General Motor y otras marcas (Odagiri, Goto et al., 2010).

No muchos son los trabajos que describen de qué forma las empresas importan tecnología y llevan adelante su proceso de ingeniería inversa y cómo se organizan para superar los obstáculos que esto conlleva. A partir del interés en ahondar la mirada sobre los aspectos empíricos de estos procesos, se plantea la necesidad de incorporar mayores investigaciones a partir de la cual se analiza la situación en un momento concreto con breves alusiones a la herencia del pasado.

Marco teórico:

La adaptación tecnológica se refiere a los ajustes y cambios realizados por los usuarios, seguido de la instalación de una nueva tecnológica en un lugar determinado (Tyre & Orlikowski, 1994). Según Leonard-Barton (1988) se trata de una modificación de características complejas y recursivas que involucra “*mutual adaptattion*” entre la nueva tecnología y la organización requiriendo la activa cooperación de los usuarios y desarrolladores de tecnología. Esta cooperación se vuelve más fuerte cuando la tecnología es muy sofisticada apelando a veces a licenciamientos (Odagiri, Goto et al., 2010). Por otro lado, Majchrzak et al. (2000) afirma que es un proceso a través del cual los usuarios manipulan y reconfiguran sus tecnologías para mejorar su trabajo, además estas acciones elegidas son aprovechadas en el contexto social donde se encuentran.

La ingeniería inversa se trata de un “proceso de captura y análisis de información a partir de un sistema existente con el fin de optimizar sistemas que están siendo desarrollados” (Montanha et al., 2007, p. 24). Mientras que M.G Rekoff (1985, p. 244) lo define como “un proceso de desarrollo de una serie de especificaciones de un sistema de hardware complejo que se realiza mediante una ordenada examinación sin el beneficio de ningún dibujo original, con el propósito de realizar un clon del sistema de hardware original”. Con un enfoque de vigilancia, Chikofsky et al. (1990, p. 13) manifiesta que “es regularmente aplicado a mejorar productos propios así como analizar productos de los competidores o adversarios en situaciones militares o de seguridad nacional”. De igual manera, el autor citado concuerda de que “la ingeniería reversa en si misma no involucra cambiar o crear un nuevo sistema sino que se trata de un proceso de examinación y no un proceso de cambio o replicación” (1990, p. 15)

Objetivos de la Tesis

El objetivo general de la presente tesis es analizar el proceso de ingeniería inversa aplicado a la adaptación tecnológica en una empresa grande del sector manufacturero peruano denominada BBA, con el objetivo de ocultar el nombre de la organización. Asimismo, los objetivos específicos son los siguientes:

- Realizar un estudio teórico de la ingeniería inversa y la adaptación tecnológica.
- Identificar las características del proceso de ingeniería inversa aplicado a la adaptación tecnológica en la empresa BBA.
- Conocer las razones del uso de la ingeniería inversa en la empresa BBA.
- Elaborar un modelo de sistematización de ingeniería inversa para que sea más eficiente.

Metodología

La metodología utilizada es de tipo cualitativo-descriptivo en un estudio de caso con la siguiente interrogante general: ¿Cómo y por qué la empresa BBA realiza ingeniería inversa? El estudio de caso está basado sobre el proceso de ingeniera inversa con la finalidad de definir qué aspectos del modelo actual son susceptibles de ser mejorados. Además, se aprecia una tendencia favorable hacia los estudios de caso bajo el argumento de que resultan de utilidad al agregar información cualitativa que permite entender que tipos de actividades son desarrolladas por las empresas y que objetivos buscan a través de dichas actividades. Por ello, las proposiciones del estudio de caso son las siguientes:

1. La ingeniería inversa es un esfuerzo consciente de la empresa.
2. El factor humano es importante en el proceso de ingeniería inversa.
3. Cuando menor es el lapso de tiempo entre el proceso de adaptación tecnológica y el proceso de ingeniería inversa, mejores son las réplicas.
4. La presión de producción afecta al proceso de ingeniería inversa.

El cronograma de actividades de la presente investigación es el siguiente:

Actividad	Mes de inicio	Mes de fin
Investigar sobre la metodología ESTUDIO DE CASO.	24 Marzo	15 Mayo
Investigación sobre INGENIERIA INVERSA.	01 Mayo	31 Mayo
Investigación sobre ADAPTACION TECNOLOGICA.	01 Junio	21 Junio
Desarrollo de la INTRODUCCION	22 Junio	25 Junio
Desarrollo del primera parte del MARCO TEORICO	26 Junio	08 Julio
Desarrollo de la segunda parte del MARCO TEORICO	09 Julio	23 Julio
Ejecución de las entrevistas en la empresa BBA	24 Julio	7 Agosto
Desarrollo del Capítulo 2	8 Agosto	30 Setiembre
Desarrollo del Capítulo 3	01 Octubre	31 Octubre
Desarrollo de las Conclusiones y Recomendaciones	01 Noviembre	15 Noviembre
Sustentación de la tesis	21 Diciembre	
Tiempo Total	9 Meses	

Índice General de la Tesis

Índice de Figuras.

Índice de Tablas.

Introducción.

Capítulo 1. Marco Teórico.

1.1 Adaptación tecnológica.

1.1.1 Definiciones de adaptación tecnológica.

1.1.2 Tipos de Tecnologías adaptativas.

1.1.3 Proceso de Adaptación tecnológica.

1.2 Ingeniería Reversa.

1.2.1 Definiciones de ingeniería reversa.

1.2.2 Aplicaciones de la ingeniería reversa.

1.2.3 Aspectos legales de la ingeniería reversa.

1.2.4 Proceso de Ingeniería Reversa.

1.3 Relación entre Adaptación tecnológica e Ingeniería Reversa.

Capítulo 2. Estudio de caso

2.1 Descripción de la empresa.

2.2 Descripción del sistema de adaptación tecnológica.

2.3 Descripción y análisis de las maquinas adaptadas.

2.4 Discusión de resultados.

Capítulo 3. Propuesta de sistematización de Ingeniería Reversa.

Conclusiones.

Referencias bibliográficas.

Bibliografía consultada o por consultar

- Chikofsky, E. J., & Cross, J. H. (1990). Reverse engineering and design recovery: a taxonomy. *IEEE Software*, 7(1), 13–17. doi:10.1109/52.43044
- CONCYTEC. (2013). *La Innovación Tecnológica en el Sector Manufacturero: Esfuerzos y resultados de la pequeña, mediana y gran empresa*. Lima. Recuperado de <http://portal.concytec.gob.pe/index.php/publicaciones/documentos-de-trabajo/item/46-la-innovacion-tecnologica-en-el-sector-manufacturero>
- Hollander, S., & Knox, R. L. (1966). The Sources of Increased Efficiency: A Study of DuPont Rayon Plants. *Southern Economic Journal*, 32(3), 366. doi:10.2307/1054889
- INEI. (2012). *Encuesta Nacional de Innovación en la Industria Manufacturera*. Lima.
- Leonard-Barton, D. (1988). Implementation as mutual adaptation of technology and organization. *Research Policy*, 17(5), 251–267.
- Lugones, G., Peirano, F., & Giudicatti, M. (2004). La Importancia de Consolidar la Normalización de Criterios en la Región y su Contribución para la Formulación y Gestión de Políticas de CyT: LOS INDICADORES DE INNOVACIÓN EN AMERICA LATINA. *XXIII Simposio de Gestao da Inovacao Tecnologica*, 1–13.
- Majchrzak, A., Rice, R., Malhotra, A., King, N., & Ba, S. (2000). Technology Adaptation: The Case of a Computer-Supported Inter-Organizational Virtual Team. *MIS Quarterly*, 24(4), 569–600.
- Montanha, J., Ogliari, A., & Black, N. (2007). Guidelines for Reverse Engineering Process Modeling of Technical Systems.
- Odagiri, H., Goto, A., Sunami, A., & Nelson, R. (Eds.). (2010). *Intellectual Property Rights, Development, and Catch-Up: An International Comparative Study. IPR and the Catch-Up Process in Japan*. New York: Oxford University Press.
- Odagiri, H., Gotō, A., Sunami, A., & Nelson, R. R. (2010). *Intellectual property rights, development, and catch up: An international comparative study*. Oxford, New York, N.Y: Oxford University Press.
- Olivarez, O. (2004). *Estrategia de crecimiento y empleo: una agenda preliminar, Perú: En: Crecimiento, competitividad y empleo en los Países Andinos*.
- Oslo manual: Guidelines for collecting and interpreting innovation data* (3rd ed). (2005). *SourceOECD*. Paris: OECD.
- Rekoff, M. (1985). On Reverse Engineering. *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics*, SMC-15(2), 244–252.
- Rosenberg, N. (1982). *Inside the Black Box*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Tyre, M., & Orlikowski, W. (1994). Windows of opportunity : temporal patterns of technological adaptation in organizations. *Organization Science*, 5, 98–118.
- Vega Centeno, M. (2003). *El desarrollo esquivo: Intentos y logros parciales de transformación económica y tecnológica en el Perú, 1970-2000* (1. ed.). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU

ESCUELA DE POSGRADO



**Ingeniería inversa para la adaptación tecnológica en una
empresa manufacturera peruana, estudio de caso.**

Tesis para optar el grado de Magister en Gestión y Política de la Innovación
y la Tecnología

Presentado por: Rony Martin Cabrera Donayre

Asesor: Mg. Cesar Augusto Corrales Riveros

Pando, 2015

RESUMEN

“A ningún hombre debe obligársele a hacer el trabajo que puede hacer una máquina”

Henry Ford, 1863-1947.

“¿Quieres vender agua azucarada toda tu vida, o quieres venir conmigo y cambiar el mundo?”

Steve Jobs, 1955-2011.

Dedicatoria

INDICE

RESUMEN	II
INDICE	V
INDICE DE FIGURAS	VII
INDICE DE TABLAS	VIII
INTRODUCCION	1
CAPITULO 1: MARCO TEORICO	7
1.1 Adaptación Tecnológica.	7
1.1.1 Definiciones de Adaptación Tecnológica.	7
1.1.2 Tipos de tecnologías adaptativas.	9
1.1.3 Proceso de Adaptación Tecnológica.	12
1.2 Ingeniería Inversa.	20
1.2.1 Definiciones de Ingeniería Inversa.	20
1.2.2 Aplicaciones de Ingeniería Inversa.	20
1.2.3 Aspectos legales de la Ingeniería Inversa.	20
1.2.4 Proceso de Ingeniería Inversa.	20
1.3 Relación entre Adaptación Tecnológica e Ingeniería Inversa.	20
CAPITULO 2: ESTUDIO DE CASO	21
CAPITULO 3: PROPUESTA	22
CONCLUSIONES	23
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	24

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Modelo propuesto por Leonard-Barton.	15
Figura 2. Proceso discontinuo de adaptación tecnológica.	18

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tipos de tecnología según Arthur D. Little.....	11
--	----

INTRODUCCION

Si no fuera por la manufacturación no podríamos disfrutar de todos los bienes y artículos que utilizamos a diario desde aquellos más rudimentarios hasta los dispositivos electrónicos que se elaboran como resultado de un proceso de evolución tecnológica. De la misma manera, las inversiones en infraestructura y empresas de manufactura han tenido la responsabilidad de levantar países e impulsarlos a ser potencias mundiales y jugadores importantes en la economía global.

Este sector se ha convertido en uno de los ejes de la economía peruana por sus altas tasas de crecimiento a partir de la liberación comercial de la década de los noventa generando nuevos empleos, ingresos fiscales y desarrollo de pequeñas empresas que producen partes y servicios para este sector. Evidentemente, su crecimiento y competitividad está fuertemente relacionado con la innovación tecnológica donde un 65,5% de las empresas manufactureras desarrolló al menos una actividad de innovación en el periodo 2009-2011 (CONCYTEC, 2013). Este resultado puede sonar alentador, sin embargo, la tendencia a innovar no es homogénea en todas las empresas. Cabe destacar que estas actividades de innovación tienen como objetivo final mejorar los resultados de la empresa al desarrollar y poner en marcha nuevos productos y procesos ("Oslo manual," 2005). Estas van desde actividades en investigación y desarrollo interno y externo, transferencia tecnológica, adquisiciones de bienes de capital y TIC's, capacitación, hasta las de diseño e ingeniería industrial.

A propósito, el resultado de la primera Encuesta Nacional de Innovación en la Industria Manufacturera muestra que el 78,4% de las empresas centran sus esfuerzos en la adquisición de bienes de capital (INEI, 2012). Esta falta de equilibrio entre las actividades de innovación, pone en riesgo el desarrollo de capacidades endógenas y es un factor que explica el subdesarrollo tal como señala Máximo Vega (2003, p. 32): “una indagación global e histórica sobre las causas del subdesarrollo llevo a evaluar la relación de las economías subdesarrolladas con las desarrolladas (...) se trata esta vez de la dependencia como forma de relación con resultados predeterminados y distribución no equitativa de los frutos”. A partir de esta visión otro autor expresa que “se ha abandonado el esfuerzo interno por crear tecnologías y se ha justificado la compra indiscriminada de maquinarias y equipo inapropiados, de máquinas llave en mano y de procesos cerrados (...) se necesitará de tecnología exógena por un buen tiempo” (Villarán, 1989, p. 36).

Pero, como señala el Manual de Oslo estas adquisiciones son “necesarias para poner en marcha innovaciones de producto y proceso” (“Oslo manual,” 2005, p. 97) y son preferidas por las organizaciones porque obtienen ventajas competitivas inmediatas, teniendo un mejor posicionamiento en los mercados sin tener que preocuparse por sus capacidades tecnológicas internas (Lugones, Peirano, & Giudicatti, 2004). Asimismo, Odagiri, Goto, Sunami y Nelson (2010, p. 15) mencionan su importancia al señalar que “para alcanzar el estado de arte de la tecnológica, un país tiene que adquirir tecnologías (extranjeras) de diferentes formas” y coincide con lo planteado por Olivares O. (2004, p. 17) al decir que “se tiene que aprovechar los conocimientos y

tecnologías que se van produciendo en el resto del mundo, evaluarlos, mejorarlos y adaptarlos a nuestras necesidades de productividad y competitividad”.

Por otro lado, estas adquisiciones conllevan a realizar un proceso de adaptación al contexto de la organización debido a que las nuevas tecnologías casi nunca se encuentran perfectas en la etapa de introducción inicial, originándose problemas y contingencias que no fueron anticipadas antes de la misma (Rosenberg, 1982). De esta manera, los usuarios de la tecnología son obligados a realizar ajustes o cambios para alcanzar una buena eficiencia operativa de la misma (Hollander & Knox, 1966).

La adaptación de tecnología siempre implicará beneficios para las organizaciones como la reestructuración de sus operaciones, la competitividad y en el incremento de los conocimientos en sus empleados (Leonard-Barton, 1988). En apoyo este punto cabe mencionar el planteamiento de Odagiri et al. (2010, p. 3) “la importación de equipos y maquinaria contribuyen en parte por aumentar la productividad y en parte por proveer de oportunidades para hacer ingeniería inversa”. Esto concuerda con lo señalado por Gonzáles y Tansini (2002, p. 534) al estudiar la relación entre la importación de tecnología y la creación de tecnología propia en las empresas advirtiendo que pueden ser actividades complementarias y “se reflejaría en que las empresas que importan tecnología realizan mayores esfuerzos en I+D interno para adaptar y asimilar la tecnología adquirida, por

lo que la importación de tecnología se convierte en un estímulo a la generación de tecnología propia en las empresas. En este caso las empresas que realizan actividades de I+D tendrían mayor capacidad tecnológica de adoptar tecnologías importadas”.

Es así como la ingeniería inversa es usada en las organizaciones como una fuente de información para planificar e implementar adaptaciones técnicas y rediseños (Montanha, Ogliari, & Black, 2007). En Japón, la ingeniería inversa fue una importante fuente de adquisición de conocimientos antes de la Segunda Guerra Mundial, por ejemplo Toyota empezó el desarrollo de automóviles desamoblando y copiando carros importados como Chevrolet y Fiat sin tener problemas en propiedad intelectual porque la presencia de Toyota en el mercado era tan pequeña en ese tiempo que General Motor y otras marcas (Odagiri, Goto et al., 2010). En el caso Taiwán, antes de que sea miembro de la Organización Mundial del Comercio (OMC), la falta de leyes y tratados de propiedad intelectual permitieron que la industria crezca por la ingeniería inversa e imitación de tecnología proveniente de países desarrollados (Wu, Chiu, & Lee, 2010). Simultáneamente, Corea del Sur promovió el flujo de tecnología sin fomentar la inversión extranjera directa ni los licenciamientos extranjeros porque “las tecnologías maduras iban a ser obtenidas por otros métodos, más notablemente por ingeniería inversa, y porque esto permita a Corea del Sur mantener independencia frente a los países avanzados y sus tecnológicas” (Bozeman et al., 2003, p. 33). Además, anota que en lugar de licenciamiento Corea del Sur prefirió la importación de

bienes de capital de países desarrollados como un método más productivo de transferencia tecnológica.

No muchos son los trabajos que describen de qué forma las empresas importan tecnología y llevan adelante su proceso de ingeniería inversa y cómo se organizan para superar los obstáculos que esto conlleva. A partir del interés en ahondar la mirada sobre los aspectos empíricos de estos procesos, se plantea la necesidad de incorporar mayores investigaciones a partir de la cual se analiza la situación en un momento concreto con breves alusiones a la herencia del pasado. Por tales motivos, el objetivo general de la presente tesis es analizar el proceso de ingeniería inversa aplicado a la adaptación tecnológica en una empresa grande del sector manufacturero peruano denominada BBA, con el objetivo de ocultar el nombre de la organización. Asimismo, los objetivos específicos son los siguientes:

- Realizar un estudio teórico de la ingeniería inversa y la adaptación tecnológica.
- Identificar las características del proceso de ingeniería inversa aplicado a la adaptación tecnológica en la empresa BBA.
- Conocer las razones del uso de la ingeniería inversa en la empresa BBA.
- Elaborar un modelo de sistematización de ingeniería inversa para que sea más eficiente.

La metodología utilizada es de tipo cualitativo-descriptivo en un estudio de caso con la siguiente interrogante general: ¿Cómo y por qué la empresa BBA

realiza ingeniería inversa? El estudio de caso está basado sobre el proceso de ingeniería inversa con la finalidad de definir qué aspectos del modelo actual son susceptibles de ser mejorados. Además, se aprecia una tendencia favorable hacia los estudios de caso bajo el argumento de que resultan de utilidad al agregar información cualitativa que permite entender que tipos de actividades son desarrolladas por las empresas y que objetivos buscan a través de dichas actividades. Por ello, las proposiciones del estudio de caso son las siguientes:

1. La ingeniería inversa es un esfuerzo consciente de la empresa.
2. El factor humano es importante en el proceso de ingeniería inversa.
3. Cuando menor es el lapso de tiempo entre el proceso de adaptación tecnológica y el proceso de ingeniería inversa, mejores son las réplicas.
4. La presión de producción afecta al proceso de ingeniería inversa.
- 5.
- 6.

La tesis se organiza en tres capítulos: en el capítulo 1 se revisan los principales conceptos teóricos con especial atención en los estudios sobre adaptación tecnológica e ingeniería inversa, el capítulo 2 gira entorno a la descripción del caso de estudio de la empresa manufacturera BBA y se analizan e interpretan las evidencias a la luz del esquema metodológico diseñado, el capítulo 3 muestra un planteamiento de modelo sistematizado de ingeniería inversa y por último se presentan las conclusiones y recomendaciones.

CAPITULO 1: MARCO TEORICO

1.1 Adaptación Tecnológica.

1.1.1 Definiciones de Adaptación Tecnológica.

La selección de tecnología se refiere a la decisión, tomada por las empresas manufactureras, de adquirir o utilizar una determinada tecnología existente en el mercado. Es decir, se trata de elegir entre las innovaciones tecnológicas pasadas y generalmente exógenas a los países subdesarrollados (Villarán, 1989). Después de realizada la mejor elección en relación al precio y presupuesto disponible, se procede a la adquisición y posteriormente puesta en marcha de la tecnología.

Esta introducción supone a la empresa una serie de desafíos que debe afrontar. De acuerdo con Rosenberg N. (1982) las nuevas tecnologías no se encuentran nunca perfectas en su introducción inicial. De la misma manera Leonard-Barton (1988, p. 265) coincide al manifestar que “la tecnología nunca encajará exactamente en el ambiente del usuario” por ende se originan problemas o contingencias que no fueron contempladas antes de su introducción requiriéndose: adaptación tecnológica.

Adaptación tecnológica (también llamada endogenización de la tecnología externa), según Katz J. citado por Villarán F. (1989), se trata de un tema

relacionado en función de los procesos de industrialización dependientes como parte de una secuencia de procesos que comprende las siguientes etapas: transferencia de tecnología, aprendizaje local, asimilación de tecnología y adaptación a las condiciones locales. Esto coincide con los planteamientos de Jiménez F. (2010, p. 100), manifestando que el proceso de transferencia tecnológica ocurre con la adopción y adaptación de la nueva tecnología donde “adopción consiste en la utilización o implementación de productos o procesos nuevos” y la adaptación en “modificar la tecnología producida en otros países al contexto en el cual será adoptada”.

Así pues, las diversas definiciones de adaptación tecnológica siempre tienen como atributo la modificación, los cambios o los ajustes que se le realiza a una tecnológica. En el caso de Tyre y Orlikowski (1994, p. 99) precisan que este proceso se refiere a “los ajustes y cambios seguidos de la instalación de una nueva tecnológica en un lugar determinado”. También Majchrzak, Rice, Malhotra, King y Ba (2000, p. 570) advierten que los “usuarios manipulan y reformulan sus tecnológicas para cumplir con el trabajo”, así mismo expresa que tales acciones tienen repercusiones en el contexto social donde se encuentran. Por último, Johnson y Rice (1987), además de equilibrar el concepto de adaptación con reinención, agrega que es un proceso donde los usuarios, grupos y organizaciones modifican, reinventan, apropian o adaptan determinadas propiedades o usos de una nueva tecnología.

A causa de estas alteraciones, los usuarios llegan a reinventan la tecnología y sus procesos alrededor de estos formando parte del proceso de innovación (Rice & Everett, 1980) y a su vez mejorando su satisfacción con la nueva tecnología (Johnson & Rice, 1987). Sin embargo, es importante indicar que Leonard-Barton D. (1988) expresa que este proceso requiere una mutua adaptación entre la tecnología y la compañía adaptadora, que ocurre comúnmente en el proceso de adopción. En otras palabras, su éxito está determinado por la cooperación activa entre los usuarios y los desarrolladores o inventores de la tecnológica.

Como consecuencia, estas adaptaciones generan diversos cambios no solo en la tecnología en uso, sino también en el contexto físico y organizacional de la empresa (Leonard-Barton, 1988). Esto concuerda con lo señalado por Van de Ven A. (1986, p. 591) que, una vez en uso, la nueva tecnología “no solo se adapta al ambiente organizacional e industrial sino que también transforman las estructuras y prácticas de estos ambientes”. Adicionalmente, Von Hippel E. (1988) advierte que estas adaptaciones ayudan a concebir actividades adicionales de investigación y desarrollo, creando nuevos conocimientos en los trabajadores.

1.1.2 Tipos de tecnologías adaptativas.

Las organizaciones son sistemas abiertos que necesitan gestionarse cuidadosamente y equilibrar sus necesidades internas y adaptarse a las

circunstancias ambientales o del entorno (Morgan, 1990). Por ello, es importante que las organizaciones deban “tener y saber utilizar las diferentes estrategias de adaptación tecnológica dependiendo del ciclo de vida tecnológica en la que se encuentren” (Merino & Sepúlveda, 2010, p. 61).

No obstante, no todas las tecnológicas están en condiciones de ofrecer ventajas competitivas a la empresa que las utiliza, puesto que dependerá de la naturaleza de la tecnología en particular y del grado de madurez del sector donde se pretenda utilizar. Según esto, Hidalgo, Serrano y Pavón (2002) señalan que el éxito de una tecnología en un determinado contexto social, se produce cuando se dan tres condiciones: una necesidad social de la población, disponibilidad de capital, materiales y personal calificado y un contexto social receptivo a nuevas ideas.

Por otra parte, Arthur D. Little citado por Escorsa y Valls (2003) clasifica, desde una perspectiva estratégica, la tecnología entendida como la capacidad para producir nuevos o mejores productos en cuatro tipos, cuyas características principales se resumen en la tabla 1:

- Tecnologías básicas: son bien conocidas por todos los competidores del sector porque sin ellas la fabricación no es posible. No ofrecen, por tanto, ninguna ventaja competitiva, a diferencia de las tecnologías claves. Sin embargo, con el paso del tiempo, las tecnologías claves se convertirán en básicas.

- Tecnologías claves: son las que permiten a la empresa que las domina diferenciarse de las otras por su mayor calidad, prestaciones superiores o costes más bajos. Son, por tanto, las que tienen un impacto más grande sobre la competitividad del producto.
- Tecnologías incipientes: se encuentran todavía en una etapa inicial de su desarrollo pero han demostrado su potencial para cambiar las bases de la competición. Sin embargo, las tecnologías incipientes se convertirán en las tecnologías claves.
- Tecnologías emergentes: se encuentran en la etapa inicial pero su impacto potencial es desconocido, aunque se observan algunos indicios prometedores.

Tabla 1. Tipos de tecnología según Arthur D. Little.

Tipos de tecnología	Característica principal
Básicas	Tecnologías maduras, no se considera ventaja competitiva.
Claves	Tecnologías del momento, esenciales para competir en el mercado.
Incipientes	Tecnologías en su etapa inicial pero con gran potencial para cambiar las bases de la competición
Emergentes	Tecnologías en su etapa inicial, pero su impacto es desconocido.

Fuente: Escorsa et al. (2003)

La adaptación tecnológica permite la utilización de alguno o varios de los tipos de tecnologías enunciados para alcanzar los objetivos de producción de la organización.

Cabe destacar que, sin considerar el tipo de tecnología adaptativa, las características que debe poseer la organización para que este proceso sea eficiente ha sido descrita por Merino et al. (2010) diferenciando las características de las organizaciones burocráticas, que es una estructura rígida de alta formalización y poca participación de los empleados en la toma de decisiones, con las organizaciones orgánicas la cual son una estructura muy adaptable y flexible donde los equipos tienen la autoridad de tomar decisiones. Como señala Chiavenato (1999) los sistemas orgánicos son adaptables a las condiciones del entorno inestable permitiendo que se implementen mejoras en proceso y se tenga una política de innovación permanente.

1.1.3 Proceso de Adaptación Tecnológica.

Al tratar el proceso de adaptación tecnológica Tyre et al. (1994, p. 98) expresan que es importante estudiarlo por diferentes razones:

- Ayudan a generar nuevas actividades en investigación y desarrollo (Von Hippel, 1988).
- No solo afectan a la tecnología en uso sino también al contexto físico y organizacional de la empresa (Leonard-Barton, 1988).
- La eficiencia operativa lograda después de la adaptación depende fuertemente de las modificaciones de los empleados (Hollander & Knox, 1966).

En torno al último enunciado señalado, el proceso de adaptación tecnológica tiene como factor central al hombre porque participa activamente en cada una de las etapas del proceso para lograr los objetivos de la empresa y su posicionamiento en el mercado. Además, estas actividades permiten a los trabajadores sentirse parte de un equipo que contribuye en la búsqueda de soluciones empresariales que tienen un impacto en la sociedad. En apoyo a este punto, cabe mencionar el planteamiento de Merino et al. (2010, p. 61) donde menciona que “la tecnología (hasta este punto de la historia) requiere de la intervención directa y continua del hombre”.

En efecto, el factor humano y la cultura organizacional se encuentran relacionadas con la tecnología. Esto coincide con los planteamientos de Howitt P. (2004, p. 6) al agregar que “la educación (de los empleados) afectan la velocidad de la transferencia de tecnología” requiriéndose trabajadores calificados para llevar a cabo la adopción y sobre todo la adaptación. Asimismo, una vez implementada la nueva tecnología, mientras más calificado sea el personal que opere los nuevos equipos o utilice nuevos conocimientos, mayor será la productividad de la nueva tecnología.

Al mismo tiempo, otros autores afirman que este proceso no es de costo libre y requiere tiempo adicional para ajustes cognitivos y organizacionales (Dawes, Cresswell, & Cahan, 2004), en definitiva se precisa más que recursos económicos para la adaptación de tecnología. A propósito del tiempo, Rogers (1983, p. 364) afirma que una “rápida introducción de la innovación (...) puede

conducir a resultados desastrosos”, es por esto que las empresas fallan en identificar y corregir problemas que impiden el buen uso de la tecnología. Simultáneamente, Hage y Aiken citado por Tyre et al. (1994) agregan que mientras más la organización permita que el periodo de prueba y error sea lo más largo posible, mejores serán los resultados de los cambios. Para concluir, Johnson et al. (1987) consideran que esfuerzos continuos de adaptación son necesarios para maximizar la efectividad de las nuevas tecnologías.

En síntesis, el proceso de adaptación tecnológica tiene en consideración la cultura de la empresa y el tiempo de adaptación. Sin embargo, con el objetivo de comprender este proceso, diversos autores han elaborado teorías de adaptación relacionados con el cambio tecnológico en las organizaciones.

Modelo “*misalignment*” propuesto por Leonard-Barton

Leonard-Barton (1988) señala que la adaptación tecnológica es un tipo de innovación que involucra un proceso continuo, complejo, recursivo y de mutua adaptación entre la nueva tecnología y la organización requiriendo la cooperación activa de los desarrolladores y usuarios.

El proceso de adaptación tecnológica propuesto por el autor citado se muestra en la figura 1 y se conforma por ciclos de desajustes o “*misalignments*” que el usuario va solucionándolos gradualmente hasta que la tecnología, el sistema de entrega y el criterio de rendimiento son alineados.

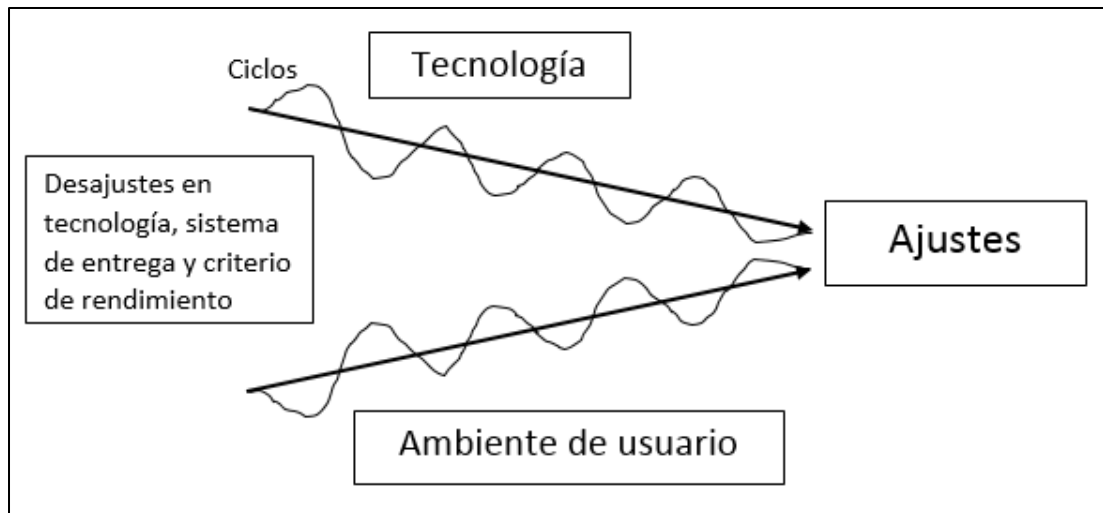


Figura 1. Modelo propuesto por Leonard-Barton.

Fuente: Leonard-Barton (1988, p. 251).

Estos desajustes entre la tecnología y los usuarios siempre aparecen cuando se transfiere una nueva tecnología a la planta de producción debido a que los desarrolladores de la tecnología desconocen total o parcialmente cómo es el ambiente del operario y cuando este último se encuentra dentro de una atmosfera de producción turbulenta donde no hay tiempo para planificar procedimientos. En estos casos, agrega que la corporación podría beneficiarse mucho más por reorganizar sus operaciones que por adaptar la nueva tecnología.

Asimismo, estos desajustes se consideran como ciclos recursivos porque constantemente se regresa a reformular las decisiones tomadas anteriormente para resolver problemas de diseño que los desarrolladores pensaban que ya estaban resueltos, para rediseñar los sistemas de entrega o para eliminar las rutinas organizacionales que son creadas por los operarios impidiendo que la tecnología se adaptada. De la misma forma, menciona que

estos ciclos adaptativos varían en magnitud dependiendo de cuan primordial sea el cambio que se va hacer por ejemplo, un ciclo largo podría significar que los desarrolladores retornan a la etapa de diseño y un ciclo pequeño implicaría un cambio menor.

Por otra parte, expresa que las causas de los errores que se cometen en este proceso son debido a la presión organizacional, los cálculos erróneos y mal equilibrio entre el entrenamiento o capacitación sobre la tecnología en relación con la educación de los empleados considerando que “las personas necesitan *know-why* al igual que *know-how*” (1988, p. 253).

Finalmente, señala algunos puntos importantes para que la transferencia de tecnología entre los desarrolladores y los usuarios sea exitosa:

- Se requiere que los encargados reconozcan y asuman la responsabilidad del cambio técnico y organizacional. Así pues, argumenta que “la gestión del proceso de implementación hace la diferencia” (1988, p. 253)
- El éxito de la transferencia de tecnología comprende la buena ejecución de los cambios en el ambiente del usuario y en la tecnología en sí misma. El reconocimiento de estos factores requiere que los desarrolladores reconozcan la responsabilidad de identificar opciones de adaptación incluso después que tengan la tecnología en un estado aceptable de desarrollo y por otro lado, que los usuarios compartan algunas incertidumbres y riesgos de la nueva tecnología.

- El éxito de la transferencia tecnológica no solo depende de la tecnología sino también del grado en la cual los desarrolladores y los usuarios quieran hacer la transferencia exitosa. “Sí ambas partes de la transferencia inician con la premisa que ellos están co-creando cambio - cambio que beneficiará a ambas partes” (1988, p. 265).

Modelo “*windows of opportunities*” propuesto por Tyre y Orlikowski

Tyre et al. (1994) encuentra que el proceso de adaptación tecnológica decae dramáticamente después una intensa actividad de introducción de la tecnología como se muestra en la figura 2. En efecto, los experimentos y los cambios son más probables que sean realizados en la etapa de introducción que en otro momento. Las decisiones y direcciones tomadas durante este corto periodo son determinantes sobre cómo la tecnología será usada por la organización a lo largo del tiempo; es por ello que señala que “el periodo inicial de adaptación es especialmente importante” (1994, p. 114). Además, explica que cuatro fuerzas organizacionales como la presión de producción por la puesta en marcha de la tecnología, la creación de rutinas por los operarios que restringen los cambios a futuro, las expectativas para mejorar la experiencia y el desgaste de los miembros del equipo y el entusiasmo contribuyen a este rápido descenso de la adaptación.

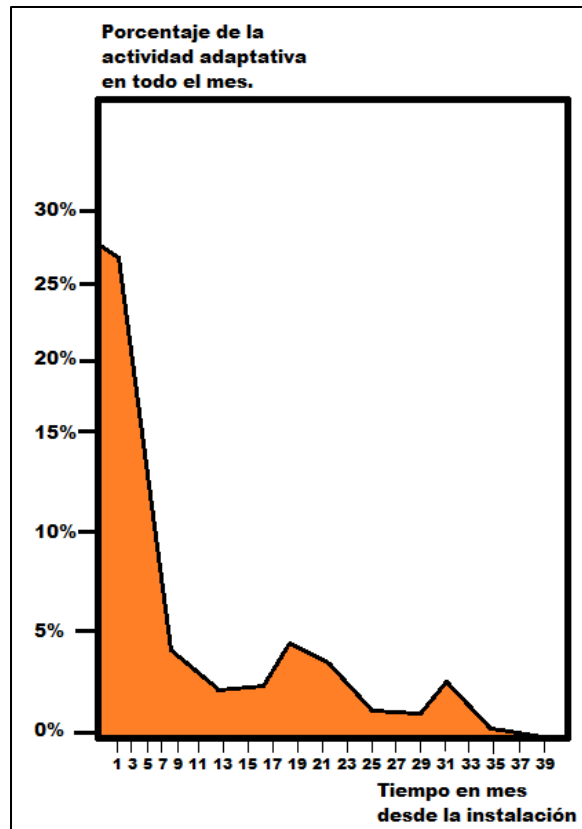


Figura 2. Proceso discontinuo de adaptación tecnológica.

Fuente: Tyre et al. (1994, p. 106)

También, agrega que estos descensos no son irreversibles porque pueden aparecer eventos inesperados que pueden provocar nuevos esfuerzos de actividad adaptativa. Estos nuevos episodios, sin embargo, son de limitada duración pero pueden conducir a nuevos descubrimientos por parte de los usuarios. Luego, la creación de rutinas aumenta, las modificaciones a la tecnología se convierten restringidas y los nuevos episodios son reducidos.

Por tal motivo, el autor citado señala (a diferencia del anterior) que el proceso de adaptación tecnológica es altamente discontinuo, especialmente en la introducción de la tecnología que provee limitadas pero valiosas “*windows*”

of opportunity” para explorar y modificar el nuevo proceso tecnológico” (1994, p. 98). Con respecto a lo anterior, menciona que “una posible explicación de esta característica podría ser que la actividad de adaptación decrece después de un corto tiempo porque todos o casi todos los problemas han sido identificados y resueltos hasta entonces” (1994, p. 105).

Además, el autor manifiesta que el comportamiento humano influye en este proceso y que no existe ninguna relación entre el tamaño o costo del proyecto y la duración del periodo inicial de introducción. Por último, sugiere seguir los pasos de las buenas prácticas de las empresas japonesas donde “la adaptación, durante una producción normal, se controla cuidadosamente para permanecer dentro de los límites establecidos (...) En consecuencia, el conflicto entre los objetivos de producción y adaptación son explícitamente gestionados: no se ignoran ni se oscurecen” (1994, p. 115).

Estos modelos de adaptación concuerdan que es un proceso de modificación de condiciones existentes en un esfuerzo de alcanzar alineación entre la tecnología y la organización. Sin embargo, estos modelos discrepan en la naturaleza de esta adaptación. El modelo de Leonard-Barton propone que la adaptación ocurre continuamente en respuesta a *misalignment* en contraste, Tyre y Orlikowski lo caracteriza como altamente discontinuo donde ocurren breves *windows of opportunities* que abren el ambiente restringido. Según Majchrzak et al (2000) consideran que la diferencia puede estar en la naturaleza de los casos de adaptación siendo discontinua cuando el costo de

los cambios son muy altos y cuando la tecnología es compleja, pero cuando los costos por adaptar no son altos y la tecnología es más maleable, las adaptaciones podrían ser continuas. En definitiva, la diferencia podría reflejar diferentes condiciones en el campo en lugar de conclusiones teóricas invariantes (Wu, Ho, Hsung, & Kao-Hui, 2014).

1.2 Ingeniería Inversa.

1.2.1 Definiciones de Ingeniería Inversa.

1.2.2 Aplicaciones de Ingeniería Inversa.

1.2.3 Aspectos legales de la Ingeniería Inversa.

1.2.4 Proceso de Ingeniería Inversa.

1.3 Relación entre Adaptación Tecnológica e Ingeniería Inversa.

CAPITULO 2: ESTUDIO DE CASO

CAPITULO 3: PROPUESTA

CONCLUSIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Referencias

- Bozeman, B., Sarewitz, D., Feinson, S., Foladori, G., Gaughan, M., Gupta, A., ...Zachary, G. (2003). *Knowledge Flows and Knowledge Collectives: Understanding The Role of Science and Technology Policies in Development: Synthesis Report on the Findings of a Project for the Global Inclusion Program of the Rockefeller Foundation*. Recuperado de <http://unpan1.un.org/intradoc/groups/public/documents/apcity/unpan017425.pdf>
- Chiavenato, I. (1999). *Introducción a la teoría general de la administración* (5. ed). Santafé de Bogotá: McGraw-Hill.
- CONCYTEC. (2013). *La Innovación Tecnológica en el Sector Manufacturero: Esfuerzos y resultados de la pequeña, mediana y gran empresa*. Lima. Recuperado de <http://portal.concytec.gob.pe/index.php/publicaciones/documentos-de-trabajo/item/46-la-innovacion-tecnologica-en-el-sector-manufacturero>
- Dawes, S., Cresswell, A., & Cahan, B. (2004). Learning from crisis - lesson in human and information infrastructure from the World Trade Center response. *Social Science Computer Review*, 22, 52–66.
- Escorsa, P., & Valls Pasola, J. (2003). *Tecnología e innovación en la empresa* ([2ª ed. ampl.]). Barcelona: Edicions UPC.

- González, X., & Tansini, R. (2002). I+D e importación de tecnología: un análisis para la industria española y uruguaya. *Estudios de Economía Aplicada*, 20(3), 531–548.
- Hidalgo Nuchera, A., León Serrano, G., & Pavón Morote, J. (2002). *La gestión de la innovación y la tecnología en las organizaciones*. Economía y empresa. Madrid: Ediciones Pirámide.
- Hollander, S., & Knox, R. L. (1966). The Sources of Increased Efficiency: A Study of DuPont Rayon Plants. *Southern Economic Journal*, 32(3), 366.
doi:10.2307/1054889
- Howitt, P. (2004). Endogenous growth, productivity and economic policy: A progress report. *International productivity monitor*, (8).
- INEI. (2012). *Encuesta Nacional de Innovación en la Industria Manufacturera*. Lima.
- Jiménez, F. (Noviembre 2010). Crecimiento económico: enfoques y modelos, Departamento de Economía - Pontificia Universidad Católica del Perú Documento de trabajo N°305.
- Johnson, B., & Rice, R. (1987). *Managing Organizational Innovation: The Evolution from Word Processing to Office Information System*. New York: Columbia University Press.
- Leonard-Barton, D. (1988). Implementation as mutual adaptation of technology and organization. *Research Policy*, 17(5), 251–267.
- Lugones, G., Peirano, F., & Giudicatti, M. (2004). La Importancia de Consolidar la Normalización de Criterios en la Región y su Contribución para la Formulación y Gestión de Políticas de CyT: LOS INDICADORES

- DE INNOVACIÓN EN AMERICA LATINA. *XXIII Simposio de Gestao da Inovacao Tecnologica*, 1–13.
- Majchrzak, A., Rice, R., Malhotra, A., King, N., & Ba, S. (2000). Technology Adaptation: The Case of a Computer-Supported Inter-Organizational Virtual Team. *MIS Quarterly*, 24(4), 569–600.
- Merino, L., & Sepúlveda, J. D. (2010). Análisis de la adaptación tecnológica como proceso de desarrollo en las organizaciones. *Revista de Investigación*, 0(27), 61–67.
- Montanha, J., Ogliari, A., & Black, N. (2007). Guidelines for Reverse Engineering Process Modeling of Technical Systems.
- Morgan, G. (1990). *Imágenes de la organización*. Madrid: Alfaomega Rama.
- Odagiri, H., Goto, A., Sunami, A., & Nelson, R. (Eds.). (2010). *Intellectual Property Rights, Development, and Catch-Up: An International Comparative Study. IPR and the Catch-Up Process in Japan*. New York: Oxford University Press.
- Odagiri, H., Gotō, A., Sunami, A., & Nelson, R. R. (2010). *Intellectual property rights, development, and catch up: An international comparative study*. Oxford, New York, N.Y: Oxford University Press.
- Olivarez, O. (2004). *Estrategia de crecimiento y empleo: una agenda preliminar, Perú: En: Crecimiento, competitividad y empleo en los Países Andinos*.
- Oslo manual: Guidelines for collecting and interpreting innovation data* (3rd ed). (2005). SourceOECD. Paris: OECD.

- Rice, R., & Everett, R. (1980). Reinvention in the Innovation Process. *Knowledge*, 1(4), 499–514.
- Rogers, E. (1983). *Diffusion of Innovations* (3ra). New York: The Free Press.
- Rosenberg, N. (1982). *Inside the Black Box*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Tyre, M., & Orlikowski, W. (1994). Windows of opportunity : temporal patterns of technological adaptation in organizations. *Organization Science*, 5, 98–118.
- Van de Ven, A. (1986). Central problems in the management of innovation. *Management Science*, 32(5), 590–607.
- Vega Centeno, M. (2003). *El desarrollo esquivo: Intentos y logros parciales de transformación económica y tecnológica en el Perú, 1970-2000* (1. ed.). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Villarán, F. (1989). *Innovaciones Tecnológicas en la Pequeña Industria (Casos del sector metal mecánico)*. Lima: Fundacion Friedrich Ebert.
- Von Hippel, E. v. (1988). *The sources of innovation*. New York: Oxford University Press.
- Wu, C.-C., Ho, C.-F., Hsung, W.-H., & Kao-Hui, K. (2014). PLM Usage Behavior and Technology Adaptation. *Multidisciplinary Social Networks Research*, 473(1), 76–91.
- Wu, H.-L., Chiu, Y.-C., & Lee, T.-L. (Eds.). (2010). *and Catch-Up: An International Comparative Study. IPR and Catch-Up: The case of Taiwan's IC Industry*. New York: Oxford University Press.