

**ADVERTIMENT.** La consulta d'aquesta tesi queda condicionada a l'acceptació de les següents condicions d'ús: La difusió d'aquesta tesi per mitjà del servei TDX ([www.tesisenxarxa.net](http://www.tesisenxarxa.net)) ha estat autoritzada pels titulars dels drets de propietat intel·lectual únicament per a usos privats emmarcats en activitats d'investigació i docència. No s'autoritza la seva reproducció amb finalitats de lucre ni la seva difusió i posada a disposició des d'un lloc aliè al servei TDX. No s'autoritza la presentació del seu contingut en una finestra o marc aliè a TDX (framing). Aquesta reserva de drets afecta tant al resum de presentació de la tesi com als seus continguts. En la utilització o cita de parts de la tesi és obligat indicar el nom de la persona autora.

**ADVERTENCIA.** La consulta de esta tesis queda condicionada a la aceptación de las siguientes condiciones de uso: La difusión de esta tesis por medio del servicio TDR ([www.tesisenred.net](http://www.tesisenred.net)) ha sido autorizada por los titulares de los derechos de propiedad intelectual únicamente para usos privados enmarcados en actividades de investigación y docencia. No se autoriza su reproducción con finalidades de lucro ni su difusión y puesta a disposición desde un sitio ajeno al servicio TDR. No se autoriza la presentación de su contenido en una ventana o marco ajeno a TDR (framing). Esta reserva de derechos afecta tanto al resumen de presentación de la tesis como a sus contenidos. En la utilización o cita de partes de la tesis es obligado indicar el nombre de la persona autora.

**WARNING.** On having consulted this thesis you're accepting the following use conditions: Spreading this thesis by the TDX ([www.tesisenxarxa.net](http://www.tesisenxarxa.net)) service has been authorized by the titular of the intellectual property rights only for private uses placed in investigation and teaching activities. Reproduction with lucrative aims is not authorized neither its spreading and availability from a site foreign to the TDX service. Introducing its content in a window or frame foreign to the TDX service is not authorized (framing). This rights affect to the presentation summary of the thesis as well as to its contents. In the using or citation of parts of the thesis it's obliged to indicate the name of the author

# **INTEGRACIÓN DE CONOCIMIENTO EN LA SUBCONTRATACIÓN ESTRATÉGICA DE DISEÑO DE PRODUCTO**

Autor: Pablo A. Genovese

Director: Carles Riba Romeva

Programa de Doctorado: Enginyeria Mecànica, Fluids i  
Aeronàutica

Departament d'Enginyeria Mecànica

Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Industrial de Barcelona

Universitat Politècnica de Catalunya

Tesis presentada para obtener el título de Doctor per la  
Universitat Politècnica de Catalunya

- Barcelona, julio del 2013 -



A Pau, Matías y Bernabé, con todo mi amor.

A María por su apoyo y cariño.

A mis Padres por sus esfuerzos.



## RESUMEN

La motivación de esta tesis es entender cómo puede ser gestionada la integración de conocimiento en proyectos de subcontratación estratégica de diseño de producto. Una participación activa de la empresa durante la realización de las tareas de diseño (definición de parámetros de diseño y definición de reglas de diseño) le permite crecer en conocimiento, no obstante debe minimizar los problemas de fuga de conocimiento y dependencia de proveedores. El modelo propuesto parte de caracterizar las tareas de diseño en función la complejidad del conocimiento y las interdependencias de las tareas inter-organizacionales, se analiza la adecuación y factibilidad de uso de los mecanismos de integración de conocimiento y mecanismos de control en la subcontratación de diseño de producto. Encontrando que, con respecto a la definición de las reglas de diseño dinámicas, el análisis sugiere que la tarea estaría caracterizada por una complejidad dinámica. Donde la realización en forma conjunta entre la empresa y el subcontratado estaría caracterizada por una acción colectiva intensiva y una transacción recíproca. Para esto, el mecanismo de integración de conocimiento utilizado tendería a ser el grupo de resolución de problemas y toma de decisiones, y los mecanismos de control tenderían a estar orientados a las competencias, valores, creencias y límites. En cambio, para la definición de los parámetros de diseño, el análisis sugiere la tarea estaría caracterizada por una complejidad estática. Donde la realización en forma conjunta entre la empresa y el subcontratado estaría caracterizada por una acción colectiva compartida y una transacción secuencial. Para esto, los mecanismos de integración de conocimiento utilizados tenderían a ser la secuenciación de actividades, las reglas de diseño estáticas y la comunicación y procedimientos. Los mecanismos de control tenderían a estar orientados al comportamiento, al resultado y límites. Para llevar a cabo la integración de conocimiento entre los diseñadores y el arquitecto de producto, el mecanismo de integración de conocimiento utilizado entre dichos equipos tendería a ser grupo de resolución de problemas y toma de decisiones. Y el control tendería a realizarse por medio de sistemas interactivos de control. La evidencia recogida, a través de un estudio de caso en dos colaboraciones universidad-empresa, ha confirmado el modelo propuesto.

Códigos UNESCO: 3313.15 Diseño de máquinas; 5306.02 Innovación Tecnológica; 5311.99 Subcontratación Estratégica.

Palabras claves: Reglas de Diseño; Integración de conocimiento; Diseño de Producto; Arquitecto de Producto; Subcontratación Estratégica.

## **ABSTRACT**

The motivation of this thesis is to understand how it can be managed the integration of knowledge in strategic outsourcing projects product design. Active participation of the company during the tasks of design (definition of design parameters and design rules definition) allows you to grow in knowledge, however should minimize leakage problems of knowledge and dependence on suppliers. The proposed model to characterize the design tasks based on knowledge complexity and interdependencies of inter-organizational tasks, we analyse the suitability and feasibility of use of knowledge integration mechanisms and control mechanisms on outsourcing design product. Finding that, with respect to the definition of dynamic design rules, the analysis suggests that the task would be characterized by a dynamic complexity. The joint implementation between the company and the subcontractor would be characterized by intensive collective action and mutual transaction. For this, the mechanism of integration of knowledge used tend to be the group problem solving and decision making, and control mechanisms tend to be oriented to the skills, values, beliefs and boundaries. Instead, to define the design parameters, the analysis suggests the task would be characterized by a static complexity. The joint implementation between the company and the subcontractor would be characterized by pooled collective action and a transaction sequence. For this, knowledge integration mechanisms utilized tend to be the sequencing of activities, static design rules and procedures and communication. The control mechanisms tend to be oriented to the behaviour, the outcome and limits. To carry out the integration of knowledge between designers and product architect, the knowledge integration mechanism used between these teams tend to be group problem solving and decision making. And controls tend to be by means of interactive control systems. The evidence gathered through a case study of two university-industry collaborations, has confirmed the proposed model.

UNESCO Codes: 3313.15 Machine Design; 5306.02 Technological Innovation; 5311.99 Strategic Outsourcing.

Keywords: Design Rules; Integration of knowledge; Strategic outsourcing; Product Design; Product Architect.



## AGRADECIMIENTOS

He recorrido un largo camino. Viendo el inicio desde la meta, tengo la sensación de haber dado un gran salto personal e intelectual. Como todo camino, uno se encuentra con muchos contratiempos que sortear, donde necesita poner un mayor esfuerzo de su parte y contar con el generoso apoyo de muchas personas. Este es el momento de reconocer ese apoyo recibido y dar gracias.

Primero de todo quiero agradecer Carles Riba por todo su apoyo, afecto, generosidad y sabiduría, una gran persona y profesional que tuve la suerte de que aceptara ser mi Director de tesis.

Dos grandes personas me guiaron en momentos claves; Paco Solé (UPC) y Antonio Dávila (IESE - Universidad de Navarra) y me ofrecieron de forma generosa su consejo, experiencia, tiempo y sabiduría.

También agradezco al personal del Centre de Disseny d'Equips Industrials (CDEI-UPC) y muy especialmente a Carles Domenech y Elena Blanco, por su apoyo y generosidad.

Al personal de las empresas que han colaborado en el estudio de campo, por su tiempo y por haberme transmitido sus experiencias de forma desinteresada.

Al personal del Tecnocampus y la Escola Universitària Politècnica de Mataró (EUPMt-UPC), muy especialmente a Marcos Faundéz, Albert Monté y Carles Paul.

Al personal del Departament de Enginyeria Mecànica, muy especialmente a Salvador Cardona.

A mis padres Nora y Alberto, mis hermanos Silvina, Luciana y José, junto a Marcelo, Gabriela, mis sobrinos Gaspar y Juan Ignacio, mis abuelas Rosa y Mary (QPD), la tía Isabel, Eduardo (QPD) y Sarita gracias por todo su apoyo. A Guillermo Mayor, Marcel y Pepi a todas las personas que me han acompañado en este camino, gracias.

A Pau, Matías y Bernabé, gracias por comprender y ayudarme. Sus esfuerzos hicieron realidad esta tesis.

A María, este proyecto de caminar juntos solo se puede realizar si existe una entrega total. Por eso, con todo mi amor, gracias.

# ÍNDICE DE CONTENIDO RESUMIDO

RESUMEN.....	V
ABSTRACT.....	VII
AGRADECIMIENTOS .....	IX
ÍNDICE DE CONTENIDO RESUMIDO.....	XI
ÍNDICE DE CONTENIDO EXTENDIDO.....	XIII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XIX
ÍNDICE DE TABLAS .....	XXI
CAPÍTULO 1 - INTRODUCCIÓN .....	23
1.1. Integración de conocimiento en la subcontratación .....	23
1.2. Definición de las reglas de diseño dinámicas.....	25
1.3. Subcontratación de diseño de producto.....	26
1.4. Propuesta de investigación .....	28
1.5. Contextualización de la investigación .....	31
1.6. Selección del método de investigación.....	31
1.7. Estructura de la tesis .....	33
CAPÍTULO 2 - SUBCONTRATACIÓN ESTRATÉGICA DE DISEÑO DE PRODUCTO .....	35
2.1. Subcontratación como forma de colaboración entre organizaciones .....	35
2.2. ¿Por qué subcontratan las empresas diseño de producto?.....	43
2.3. Subcontratación estratégica de diseño de producto.....	62
2.4. A modo de síntesis.....	64
CAPÍTULO 3 - INTEGRACIÓN DE CONOCIMIENTO EN EL DISEÑO DE PRODUCTO .....	67
3.1. Integración de conocimiento en las colaboraciones .....	67
3.2. Integración de conocimiento en el diseño de producto .....	69

3.3. Tareas de diseño .....	69
3.4. Mecanismos de Integración de Conocimiento.....	76
3.5. Sistemas control de gestión y la integración de conocimiento.....	82
3.6. A modo de síntesis.....	92
<b>CAPÍTULO 4 - MODELO PROPUESTO DE INTEGRACIÓN DE CONOCIMIENTO.....</b>	<b>95</b>
4.1. Modelos de integración de conocimiento en proyectos de diseño de producto.....	95
4.2. Sistemas de control de gestión y la integración de conocimiento .....	107
4.3. Dinámica del Proceso Integración de Conocimiento .....	109
4.4. Características de las tareas .....	111
4.5. Interdependencias de las tareas.....	116
4.6. Propuesta de Modelo sobre la integración de conocimiento en la subcontratación del diseño de producto.....	119
4.7. A modo de síntesis.....	128
<b>CAPÍTULO 5 - DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN EMPÍRICA .....</b>	<b>131</b>
5.1. Estudio de caso como estrategia de investigación seleccionada .....	131
5.2. Características del estudio .....	139
5.3. Recolección del material empírico .....	140
5.4. A modo de síntesis.....	141
<b>CAPÍTULO 6 - CASOS ESTUDIADOS.....</b>	<b>143</b>
6.1. Caso Turbina.....	143
6.2. Caso Gancho.....	169
6.3. A modo de síntesis.....	191
<b>CAPÍTULO 7 - DISCUSIÓN DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES.....</b>	<b>201</b>
7.1. Discusión de resultados .....	201
7.2. Conclusiones.....	205
7.3. Limitaciones y trabajo futuro .....	208
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>211</b>
<b>ANEXO A - ENTREVISTA.....</b>	<b>225</b>

# ÍNDICE DE CONTENIDO EXTENDIDO

RESUMEN.....	V
ABSTRACT.....	VII
AGRADECIMIENTOS .....	IX
ÍNDICE DE CONTENIDO RESUMIDO.....	XI
ÍNDICE DE CONTENIDO EXTENDIDO.....	XIII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XIX
ÍNDICE DE TABLAS .....	XXI
CAPÍTULO 1 - INTRODUCCIÓN .....	23
1.1. Integración de conocimiento en la subcontratación .....	23
1.2. Definición de las reglas de diseño dinámicas.....	25
1.3. Subcontratación de diseño de producto.....	26
1.4. Propuesta de investigación .....	28
1.5. Contextualización de la investigación .....	31
1.6. Selección del método de investigación.....	31
1.7. Estructura de la tesis .....	33
CAPÍTULO 2 - SUBCONTRATACIÓN ESTRATÉGICA DE DISEÑO DE PRODUCTO .....	35
2.1. Subcontratación como forma de colaboración entre organizaciones .....	35
2.1.1. Tipos de colaboraciones entre organizaciones.....	36
2.1.2. Subcontratación: definiciones y tipologías .....	37
2.1.3. Tipos de subcontrataciones.....	38
2.1.4. Subcontratación universidad-empresa: consultoría académica .....	41
2.2. ¿Por qué subcontratan las empresas diseño de producto? .....	43
2.2.1. Teoría de los Costes de Transacción.....	44
a. Costes de transacción .....	45

b. Atributos de los agentes económicos .....	46
c. Atributos de las transacciones .....	46
d. Teoría de los Costes de Transacción y la subcontratación de diseño de producto.....	47
2.2.2. Teoría de la Agencia .....	48
a. Problemas de la agencia .....	49
b. Costes .....	50
c. Teoría de la Agencia y la subcontratación de diseño de producto .....	51
2.2.3. Enfoque basado en los recursos .....	52
a. Enfoque basado en los recursos según el aporte de Barney .....	52
b. Enfoque basado en los recursos según el aporte de Grant .....	54
c. Enfoque basado en los recursos y la subcontratación de diseño de producto.....	57
2.2.4. Enfoque de la dependencia de recursos .....	58
a. Enfoque de la dependencia de recursos y la subcontratación de diseño de producto.....	60
2.2.5. Motivos para la subcontratación en la relación universidad-empresa .....	61
2.3. Subcontratación estratégica de diseño de producto.....	62
2.4. A modo de síntesis.....	64
<b>CAPÍTULO 3 - INTEGRACIÓN DE CONOCIMIENTO EN EL DISEÑO DE PRODUCTO .....</b>	<b>67</b>
3.1. Integración de conocimiento en las colaboraciones .....	67
3.2. Integración de conocimiento en el diseño de producto .....	69
3.3. Tareas de diseño .....	69
3.3.1. Parámetros de Diseño .....	70
3.3.2. Reglas de diseño .....	71
a. Carácter de las Reglas de Diseño .....	72
b. Tipos de Reglas de Diseño .....	73
c. Naturaleza del conocimiento en las tareas de diseño .....	75
3.4. Mecanismos de Integración de Conocimiento.....	76
3.4.1. Reglas y directrices .....	77
a. Modularidad .....	78
b. Prototipos .....	79
3.4.2. Secuenciación .....	80
3.4.3. Rutinas .....	80

3.4.4. Equipos de resolución de problemas y de toma de decisiones .....	80
a. Arquitecto de producto .....	81
3.5. Sistemas control de gestión y la integración de conocimiento .....	82
3.5.1. Sistemas de Control de gestión .....	82
Tipos de sistemas de control de gestión .....	84
3.5.2. Sistemas de Control en la subcontratación .....	86
3.5.3. Sistemas de Control de Gestión en el Diseño de Producto .....	87
3.5.4. Mecanismos de Control .....	88
3.6. A modo de síntesis.....	92
<b>CAPÍTULO 4 - MODELO PROPUESTO DE INTEGRACIÓN DE CONOCIMIENTO .....</b>	<b>95</b>
4.1. Modelos de integración de conocimiento en proyectos de diseño de producto .....	95
4.1.2. Integración del conocimiento y la interdependencia de las tareas.....	96
4.1.3. Modelo de integración de conocimiento en el desarrollo de productos complejos .....	97
4.1.4. Modelo de integración de conocimiento basado en la especificidad de los conocimientos.....	100
4.1.5. Modelo de integración de conocimiento basado en las características del conocimiento y conflictos de intereses.....	102
4.1.6. Modelo de integración de conocimiento basado en las características del proyecto .....	105
4.2. Sistemas de control de gestión y la integración de conocimiento .....	107
4.3. Dinámica del Proceso Integración de Conocimiento .....	109
4.4. Características de las tareas .....	111
4.4.1. Complejidad del Conocimiento .....	112
4.4.3. Complejidad del conocimiento y la complejidad de la tarea.....	113
4.5. Interdependencias de las tareas.....	116
4.5.1. Interdependencias que derivan de los recursos o acciones conjuntas .....	117
4.5.2. Interdependencias relacionadas con la regulación de las transacciones.....	118
4.6. Propuesta de Modelo sobre la integración de conocimiento en la subcontratación del diseño de producto .....	119
4.6.1. Subcontratación de las Reglas de Diseño .....	120
4.6.2. Subcontratación de los Parámetros de Diseño.....	122

4.6.3. Integración de conocimiento entre los diseñadores y el arquitecto de producto.....	124
4.7. A modo de síntesis.....	128
<b>CAPÍTULO 5 - DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN EMPÍRICA .....</b>	<b>131</b>
5.1. Estudio de caso como estrategia de investigación seleccionada .....	131
5.1.1. El establecimiento de confianza en un estudio de caso .....	133
a. Validez del constructo .....	133
b. Validez interna .....	135
c. Validez externa.....	136
d. Confiabilidad.....	137
5.1.2. Selección de casos.....	138
5.2. Características del estudio .....	139
5.3. Recolección del material empírico .....	140
5.4. A modo de síntesis.....	141
<b>CAPÍTULO 6 - CASOS ESTUDIADOS.....</b>	<b>143</b>
6.1. Caso Turbina.....	143
6.1.1. Caracterización de la empresa .....	143
6.1.2. Caracterización del proyecto.....	143
a. Desafíos del proyecto .....	144
b. Estrategia de producto.....	144
6.1.3. Relación universidad-empresa .....	147
a. Incentivos a objetivos alcanzados .....	149
b. Gestión de las especificaciones .....	150
c. Control del diseño.....	151
6.1.4. Estructura organizacional.....	153
6.1.5. Integración de conocimiento en la definición de las reglas de diseño.....	154
a. Definición de las Reglas de Diseño: Equipo de trabajo .....	154
b. Definición de las Reglas de Diseño: Mecanismo/s de Integración .....	157
6.1.6. Integración de conocimiento en la definición de los parámetros de diseño.....	160
a. Definición de los Parámetros de Diseño: Equipo de trabajo.....	160
b. Definición de los Parámetros de Diseño: Mecanismo/s de Integración...	161
6.1.7. Integración de conocimiento entre los equipos de trabajo.....	164
6.1.8. Resultados del Proyecto y de la Relación universidad-empresa.....	167
6.1.9. Mejoras para Futuros Proyectos.....	168

6.2. Caso Gancho.....	169
6.2.1. Caracterización de la empresa .....	169
6.2.2. Caracterización del Proyecto .....	170
a. Desafíos del Proyecto .....	172
b. Estrategia de producto.....	173
6.2.3. Relación universidad empresa .....	175
a. Incentivos a objetivos alcanzados .....	177
b. Gestión de las especificaciones .....	178
c. Control del diseño.....	180
6.2.4. Estructura organizacional .....	181
6.2.5. Integración de conocimiento en la definición de las reglas de diseño .....	182
a. Definición de las Reglas de Diseño: Equipo de trabajo .....	182
b. Definición de las Reglas de Diseño: Mecanismo/s de Integración .....	183
6.2.6. Integración de conocimiento en la definición de los parámetros de diseño .....	184
a. Definición de los Parámetros de Diseño: Equipo de trabajo.....	184
b. Definición de los Parámetros de Diseño: Mecanismo/s de Integración... ..	184
6.2.7. Integración de conocimiento entre los equipos de trabajo.....	186
6.2.8. Resultados del Proyecto y de la Relación universidad-empresa.....	188
6.2.9. Mejoras para Futuros Proyectos .....	189
6.3. A modo de síntesis.....	191
6.3.1. Caso Turbina.....	191
6.3.2. Caso Gancho .....	195
<b>CAPÍTULO 7 - DISCUSIÓN DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES.....</b>	<b>201</b>
7.1. Discusión de resultados .....	201
7.1.1. Caso Turbina.....	201
7.1.2. Caso Gancho .....	204
7.2. Conclusiones.....	205
7.3. Limitaciones y trabajo futuro .....	208
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>211</b>
<b>ANEXO A - ENTREVISTA .....</b>	<b>225</b>



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Relación entre los conceptos clave.....	30
Figura 2: Modelo de la Investigación.....	34
Figura 3: Relación entre la heterogeneidad y la inmovilidad de los recursos, valor, rareza, imperfectamente imitables e insustituibles, y ventaja competitiva sostenida. [Fuente: Barney, 1991; 112].....	53
Figura 4: Vínculos entre los recursos, capacidades y ventajas competitivas [Fuente: Grant, 2010; 127].....	55
Figura 5: Valoración de la importancia estratégica de los recursos y capacidades [Fuente: Grant, 2010; 127].....	55
Figura 6: Las relaciones entre las dimensiones de los ambientes organizacionales. [Fuente: Pfeffer y Salancik, 2003; 68]. ....	60
Figura 7: Elementos que conforman las reglas de diseño según Baldwin y Clark (2000). [Elaboración propia].....	73
Figura 8: Tres perspectivas de la modularidad [Fixson, 2002; 27].....	79
Figura 9: Las dos funciones de los sistemas de control de gestión. [Fuente: Dávila, 1997; 1].....	83
Figura 10: Necesidades de información de los altos directivos en la implementación de la estrategia. [Fuente: Simons, 1995; 6].....	85
Figura 11: Posibles acoplamientos y mecanismos en función de la diferenciación de conocimiento, la complejidad del conocimiento y el grado de conflicto de intereses. [Fuente: Grandori, 2001; 393].....	104
Figura 12: Modelo iterativo de integración de conocimiento. [Fuente: Enberg, 2007; 219].....	110

Figura 13: Modelo iterativo de integración de conocimiento en proyectos de combinación de conocimiento. [Fuente: Enberg, 2007; 218]. ..... 110

Figura 14: Modelo iterativo de integración de conocimiento en proyectos de generación de conocimiento. [Fuente: Enberg, 2007; 218]. ..... 111

Figura 15: Modelo de complejidad de la tarea de Wood (1986). [Elaboración propia] ..... 113

Figura 16: Modelo Propuesto: Relación entre las tareas de diseño, la complejidad del conocimiento y los mecanismos de integración del conocimiento. .... 127

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Mecanismos de control utilizados en tareas intensivas en conocimiento en función del enfoque, según Ditillo 2004. [Elaboración propia] .....	89
Tabla 2: Mecanismos de control formal e informal en relaciones inter-organizativas. [Fuente: Dekker, 2004; 32]. .....	89
Tabla 3: Los cuatro tipos de sistemas de control de gestión y sus mecanismos de control. [Fuente: Arto et al., 2011; 411] .....	90
Tabla 4: Los cuatro tipos de sistemas de control de gestión y sus mecanismos de control en una subcontratación de diseño de producto. [Elaboración propia] .....	91
Tabla 5: Tipología de mecanismos de integración de conocimiento. [Fuente: Haddad, 2008; 124]. .....	99
Tabla 6: Modelo para la integración de conocimiento basado en la especificidad del conocimiento. [Fuente: Rundquist, 2009; 223]. .....	101
Tabla 7: Fracasos cognitivos de los mecanismos de gobernanza del conocimiento. [Adaptado de Grandori, 2001; 390] .....	105
Tabla 8: Caracterización de proyectos en función de contingencias. [Fuente: Enberg, 2007; 215] .....	107
Tabla 9: Mecanismos de integración de conocimiento en función de la complejidad de la tarea. [Fuente: Ditillo, 2004; 410] .....	109
Tabla 10: Tácticas para las cuatro pruebas de diseño de estudio de caso. [Fuente: Yin, 2009; 41]. .....	133
Tabla 11: Seis fuentes de evidencias: fortalezas y debilidades. [Fuente: Yin, 2009; 102] .....	134



# CAPÍTULO 1 - INTRODUCCIÓN

Debido a la evolución tecnológica, las empresas tienen la necesidad de dominar diversos tipos de conocimientos, muchos de los cuales se encuentran dispersos en diferentes industrias. Esto las ha llevado a utilizar, por ejemplo, distintos tipos de colaboraciones (subcontratación, alianzas, etc.) para acceder a conocimiento especializado.

En el caso particular de la subcontratación, históricamente se había limitado principalmente a actividades periféricas, dejando confinadas dentro de la empresa la realización de las actividades centrales (p. ej. desarrollo de productos). Sin embargo, esta categorización en las tareas que se subcontratan, o no, se está modificando. Por ejemplo, desde los años '90, la literatura sobre innovación en el desarrollo de producto realiza hincapié en la importancia de involucrar a los proveedores en dicho desarrollo como fuente de innovación (Clark y Fujimoto, 1991; Wheelwright y Clark, 1992). Hoy día, la subcontratación de diseño e ingeniería en el desarrollo de producto, se presenta como una práctica común y se está extendiendo entre las empresas (Zirpoli et al., 2011).

## **1.1. Integración de conocimiento en la subcontratación**

Para que una subcontratación sea eficaz, es necesario que exista flujo de información y de conocimiento entre la empresa y el contratado (Davis-Blake et al., 2009). Cuando se subcontratan tareas periféricas, los flujos de información pueden

ser relativamente simples con informaciones discretas y, principalmente, de conocimientos explícitos. Por el contrario, la subcontratación de tareas centrales de la empresa, conlleva intercambiar grandes y frecuentes flujos de información y de conocimiento, tanto tácito como explícito. Todo ese flujo de información debe ir acompañado de una integración de conocimiento, entre las organizaciones participantes, que permita a la empresa ganar conocimiento e innovar sus productos.

Sin embargo, “la transferencia de conocimiento no es un método eficaz para la integración de los conocimientos. ...[L]a clave de la eficiencia es lograr la integración efectiva y reducir al mínimo la transferencia de conocimientos a través de un aprendizaje cruzado” (Grant, 1996b; 112). Además, la integración de conocimiento inter-organizacional es generalmente superior a los contratos del mercado pero, en general, inferior a la que se da dentro de las empresas (Grant y Baden-Fuller, 2004).

Desde una perspectiva de las capacidades dinámicas (Teece y Pisano, 1994; Zollo y Winter, 2002), para llevar a cabo la integración del conocimiento se deben tener en cuenta los procesos de aprendizaje y los flujos de conocimiento en el tiempo. Gran parte de la literatura sobre la integración del conocimiento (p. ej. Grandori, 2001; Grant, 1996) presenta a la integración del conocimiento, principalmente, como un problema *estático*, donde determinados conocimientos se combinan de forma eficaz por medio de determinados mecanismos. En cambio, recientes investigaciones (Enberg et al., 2006; Enberg 2007), remarcan la importancia del carácter dinámico de la integración de conocimiento en proyectos de desarrollo de producto. Enberg (2007; 224) expresa que “[la] integración de conocimiento es una cuestión de iteración entre un número de diferentes mecanismos de integración de conocimiento que cambian a medida que evoluciona el proyecto [de desarrollo de producto]”.

Dentro de esta dinámica de iteración, Enberg et al. (2010) observan, que dentro del equipo de desarrollo de producto se utilizan dos grupos bien diferenciados. Un grupo, formado con personal de menor experiencia, se caracteriza por realizar un trabajo rutinario de ingeniería de resolución de problemas: el trabajo se realiza en relativo aislamiento y con poca responsabilidad en actividades destinadas a la

integración del conocimiento. El otro grupo, donde los principales protagonistas son el personal con mayor experiencia, trabaja junto, de una forma más intensa con el fin de lograr una integración del conocimiento que permita tomar decisiones. “[L]os roles de los integradores y los técnicos especialistas [son] claramente complementarios y esenciales para el funcionamiento del equipo de proyecto” (Enberg et al., 2010; 764). Esto concuerda con lo descrito por Baldwin y Clark (2000), donde al equipo de diseñadores de mayor experiencia lo llama *arquitecto de producto*, mientras que a los diseñadores con menor experiencia se les asigna la labor de definición de los parámetros de diseño.

Esta misma utilización de equipos bien diferenciados y la dinámica de iteración entre distintos mecanismos, se encontró en un proyecto de I+D realizado colaborativamente entre competidores (Enberg, 2012). Donde se buscó la integración de conocimiento, pero evitando fugas no deseadas conocimientos, tanto individuales y colectivas (entre organizaciones). Por un lado, las actividades de resolución de problemas se realizaron de forma individual. Mientras que, por otro lado, la toma de decisiones fue realizada por el equipo del proyecto como una actividad colectiva pero de integración de conocimiento a ciegas (conociendo solo las propuestas finales de la resolución de problemas). Si bien los mecanismos utilizados apoyaron al proceso de integración de conocimientos, al mismo tiempo buscaron poner limitaciones al intercambio de conocimiento. “El reto de gestión de la integración del conocimiento en relaciones colaborativas entre competidores, consiste en encontrar mecanismos que permitan la integración de conocimiento y, al mismo tiempo, obstaculicen el intercambio de conocimientos específicos” (Enberg, 2012; 779).

## **1.2. Definición de las reglas de diseño dinámicas**

Baldwin y Clark (2000) definen el diseño de un producto como una descripción completa de su estructura de diseño (lo que es y cómo es construido) y sus funciones (lo que se hace, para qué sirve). La estructura de diseño, comprende una lista de parámetros de diseño así como la interdependencia física y lógica que hay

entre ellos. Dichos parámetros de diseño representan las distintas dimensiones que puede tomar un diseño (peso, material, ancho, con tapa o sin ella, etc.). De la delimitación o fijación de los parámetros de diseño nacen las reglas de diseño.

Las reglas de diseño “... son principios que definen cómo funciona un artefacto, lo que hace y cómo tendría que fabricarse. Éstas asignan funciones e identifican principios operativos centrales para cada componente, y establecen interfaces entre éstos.” (Brusoni y Prencipe, 2006). Una de las características principales de las reglas de diseño es que permiten equilibrar el rendimiento de las partes del producto con respecto al rendimiento del producto en su conjunto. Asimismo, definen cómo participa la empresa en su conjunto (incluido proveedores) y cómo se inserta el producto dentro de la cartera de productos de la empresa. Debido al carácter estratégico que tiene para la empresa lo expresado anteriormente, hace necesario que para definir las reglas de diseño se tenga acceso a información estratégica de la empresa.

En la práctica, el propio carácter evolutivo del diseño, hace que las reglas de diseño no siempre se encuentren definidas en su totalidad al comienzo del proceso de diseño y, si lo están, puede existir la necesidad que se tengan que cambiar durante dicho proceso. Esto hace que algunas reglas de diseño adquieran un carácter dinámico y se tengan que definir durante el desarrollo del diseño (Baldwin y Clark 2000; Brusoni, 2005), pudiendo introducir interdependencias desconocidas (p. ej. nuevas relaciones entre componentes o comportamientos del producto no deseados).

### **1.3. Subcontratación de diseño de producto**

Uno de los fines de la subcontratación de diseño de producto<sup>1</sup>, cuando la empresa busca fuentes de innovación, es ganar conocimiento sobre el comportamiento de su

---

<sup>1</sup> A partir de aquí, diseño de producto (diseño de parte de un producto), diseño del producto (diseño completo de un producto), diseño de un módulo o diseño de un componente se va a englobar dentro

producto. Buscando con esto romper la rigidez cognitiva en la definición de las reglas de diseño. Brusoni y Prencipe (2011) expresan que la capacidad de una empresa para innovar se ve afectada por cómo desarrollan las uniones entre los niveles de producto-organización-conocimiento. La esencia de las empresas integradoras de sistemas, como por ejemplo los fabricantes de bienes de equipo (Hobday et al., 2005; Prencipe, 2003), es su capacidad de coordinar cambios en estos niveles del sistema. El nivel de conocimiento se ve muy afectado por la forma en que las empresas enmarcan, históricamente, los “problemas” de diseño de producto (Brusoni y Prencipe, 2011). Es decir, si la empresa definió cognitivamente el “problema caja reductora”, se organizará en torno a la idea de que la caja reductora es un componente completamente modular y se puede subcontratar. Esta rigidez en la definición de las reglas de diseño reduce enormemente las capacidades de la empresa sobre el diseño subcontratado y las interdependencias de éste con el resto del sistema.

La subcontratación de la definición de parámetros de diseño, con una definición previa de las reglas de diseño, es uno de los mecanismos más utilizados para disminuir el flujo de información y de conocimientos (Baldwin y Clark, 2000). Esto se ve reflejado en la opinión de Wolter y Veloso (2008) donde, para limitar el flujo de información entre las organizaciones, probablemente, sería mejor llevar a cabo la coordinación necesaria para definir reglas de diseño dinámicas dentro de la misma empresa. Ulrich y Ellion (2005) argumentan que la subcontratación del diseño de pieza solo se puede realizar si está bien establecido el proceso de fabricación y, por consiguiente, las reglas de diseño. Otro ejemplo de esto, es la modularización de producto (Schmickl y Kieser, 2008) donde, por medio de la división del producto en módulos con interfaces bien establecidas, se busca disminuir las relaciones entre las tareas de diseño de los distintos módulos (Sanchez y Mahoney, 1996). Si bien el

---

de *diseño de producto*. Si bien cada módulo tiene sus propias reglas de diseño internas, desde el nivel general de producto solo tenemos en cuenta las reglas de diseño que definen al módulo (funciones e interfaces) y consideramos a todo el interior del módulo como parámetros de diseño.

flujo de información es menor, éste no se elimina completamente (Sosa et al., 2004).

Zirpoli y Becker (2011) expresan que la realización de la subcontratación de diseño de producto siguiendo criterios meramente económicos, puede llevar a la empresa a una erosión del conocimiento del producto y la pérdida de control sobre el rendimiento global del producto. Y expresan que, una de las formas de eliminar estos riesgos es limitar el porcentaje de diseño de producto subcontratado<sup>2</sup>. "... [E]l conocimiento... y la competencia relacionada con la toma de soluciones de compromiso sobre el rendimiento, se logran cuando la empresa mantiene un cierto conocimiento específico... en la misma empresa" (Zirpoli y Becker, 2011; 38). Esta necesidad de "aprender haciendo" concuerda con la apreciación que realiza Grant (1996b; 113) donde "la creación de conocimiento no puede ser separada de la aplicación de conocimiento, ambas dentro de un contexto organizacional común".

Para que una subcontratación de diseño de producto le permita a la empresa crecer en conocimiento, es necesaria su participación de forma activa durante el proceso de definición de los parámetros de diseño y/o las reglas de diseño. Esta estrategia de subcontratación de diseño de producto, permite a la empresa ganar conocimiento para aplicarlo en futuros desarrollos de producto.

#### **1.4. Propuesta de investigación**

En la literatura sobre integración de conocimiento inter-organizativo en la subcontratación de diseño de producto, la pregunta sobre cómo se realiza la integración de conocimiento teniendo en cuenta el carácter dinámico de la definición de las regla de diseño no ha recibido mucha atención. Pocos estudios se

---

<sup>2</sup> En la industria del automóvil se considera "natural" una subcontratación del 50% del diseño de componentes cuya tecnología está madura (p. ej. la pinza de freno) o de componentes que estén fuera del ámbito de sus actividades (p. ej. hardware electrónico) (Zirpoli y Becker, 2011).

han realizado sobre el carácter dinámico de la definición de las reglas de diseño en relaciones inter-organizacionales (p. ej. Brusoni, 2005).

La capacidad que tienen las empresas de reformular las reglas de diseño, es relativa al conjunto de rutinas y heurísticas que les permiten explorar y experimentar modelos alternativos de descomposición problemas (Brusoni y Prencipe, 2011). Además, afirman los autores que “... sabemos precisamente poco sobre los micro procesos que subyacen a las decisiones de encuadre y resolución de problemas que conducen a la aparición de nuevas arquitecturas o la redefinición de los patrones preexistentes de las interdependencias” (Brusoni y Prencipe, 2011). Zirpoli y Becker (2011) expresan que cuando se subcontrata el diseño de producto, las decisiones organizativas tienen gran impacto sobre el aprovechamiento de las fuentes externas de innovación. Es por eso que, “...con el fin de aprovechar los beneficios de las fuentes externas de innovación en el desarrollo de productos complejos, es esencial el *cómo* está organizada la subcontratación de tareas de diseño e ingeniería (énfasis en el original)” (Zirpoli y Becker, 2011; 38).

Por lo tanto, con el fin de gobernar el producto e incorporar conocimientos, la empresa debe ser capaz de realizar la definición de las reglas integrando los conocimientos de la organización subcontratada. Esta acción integradora, en la subcontratación de diseño de producto, las empresas deben asumirla haciendo frente a la inmovilidad del conocimiento tácito, pero teniendo en cuenta el riesgo de expropiación del conocimiento explícito (Grant, 1996b).

Considerando lo expresado anteriormente se formula la siguiente pregunta de investigación:

¿Cómo afecta la definición de las reglas de diseño dinámicas a la utilización de mecanismos de integración de conocimiento inter-organizativo en una subcontratación de diseño de producto?

Esta pregunta nos permite profundizar en la estructura organizativa durante la definición de reglas de diseño dinámicas. Ahondando en la relación entre la definición de las reglas de diseño dinámicas y los mecanismos de integración de

conocimiento inter-organizativo en una subcontratación de diseño de producto. Obteniendo también, una comparativa entre los mecanismos utilizados en la definición de las reglas de diseño y para la definición de los parámetros de diseño. En la Figura 1 se puede ver una relación de los conceptos claves utilizados.

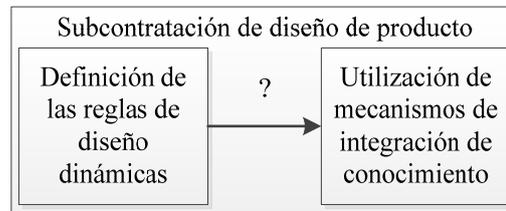


Figura 1: Relación entre los conceptos clave.

En consecuencia se plantean los siguientes objetivos:

- Caracterizar la relación entre reglas de diseño dinámicas y mecanismos de integración de conocimiento inter-organizativo en una subcontratación de diseño de producto.
- Caracterizar la relación entre parámetros de diseño y mecanismos de integración de conocimiento inter-organizativo en una subcontratación de diseño de producto.
- Desarrollar un modelo conceptual sobre la utilización de mecanismos de integración de conocimiento inter-organizativo en la subcontratación del diseño de producto, considerando la definición de reglas de diseño dinámicas.
- Validar el modelo desarrollado a través de un estudio empírico.

El modelo de trabajo, se basa en la caracterización de las tareas de diseño (definición de parámetros de diseño y definición de reglas de diseño) en una serie de contingencias. Analizando la influencia de éstas, sobre la adecuación y factibilidad de uso de los mecanismos de integración de conocimiento en la subcontratación de diseño de producto.

## **1.5. Contextualización de la investigación**

Diversos elementos que caracterizan a la subcontratación de diseño de producto, afectan a la integración de conocimiento inter-organizacional. Por consiguiente, con el fin de que las variaciones en el entorno no perjudiquen la robustez del diseño de la investigación, a continuación se presenta una serie de limitaciones en el marco de trabajo.

En lo que respecta al diseño de producto, se delimita a la subcontratación de tareas de diseño e ingeniería consideradas actividades innovadoras, excluyéndose aquellas en las cuales solo se realizan tareas de CAD y/o ensayos de productos.

Con respecto a la subcontratación, las limitaciones se realizan en relación al tipo de organizaciones participantes. Bajo este criterio se opta por una colaboración universidad-empresa. Dentro de lo que denominamos *empresa*, pueden existir diferencias con respecto a las diferentes industrias de las que éstas forman parte (automoción, electrónica, etc.). Para mantener a los factores externos lo más constantes posible y evitar los efectos de confusión, esta tesis se centra en empresas del tipo fabricantes de bienes de equipo.

Como unidad de análisis se toma al equipo de trabajo que participa en las tareas subcontratadas de diseño de producto. Esto se debe a que son los equipos quienes realizan las tareas de diseño utilizando los conocimientos diferenciados y donde ocurren los mayores problemas de integración de conocimiento.

## **1.6. Selección del método de investigación**

Existen diversas vías para realizar una investigación, teniendo cada una de ellas sus ventajas y desventajas. Según Yin (2009; 8), las condiciones que permiten evaluar la idoneidad de un método u otro son: el tipo de pregunta de investigación, el control que tiene el investigador sobre el actual comportamiento de los eventos y el grado de atención sobre los acontecimientos contemporáneos en lugar de los

históricos. Con el fin de elegir el método de investigación más idóneo para esta tesis, a continuación se analizarán las condiciones antes expuestas.

Con respecto a la primera condición, la pregunta de investigación de tesis comienza con un “cómo”, dando lugar a un propósito más explicativo, que evidencia la necesidad de indagar sobre distintos vínculos operativos a lo largo del proyecto.

Con respecto a la segunda condición, la integración del conocimiento en proyectos de desarrollo de producto, tiene la particularidad de ser un fenómeno empírico que posee un carácter dinámico y difícilmente puede separarse del contexto en donde se lleva a cabo (Enberg, 2007). Por otro lado, las reglas de diseño están ligadas con la estrategia de la empresa y tienen un carácter multidimensional (Baldwin y Clark, 2000; Fixson, 2002). La naturaleza multidimensional de las reglas de diseño, presenta un número relativamente elevado de componentes que afectan la integración de conocimiento inter-organizativo en la subcontratación de diseño de producto.

Con respecto a la tercera condición, para conseguir tener una visión global del proyecto, en el estudio empírico se utilizan proyectos que se encuentren concluidos. Por lo tanto, nos encontramos ante eventos contemporáneos que no pueden ser manipulados. Podemos acceder a la observación de los proyectos objeto de estudio, y realizar entrevistas con las personas involucradas directamente y analizar diversa documentación.

En consecuencia, siguiendo lo expresado por Yin (2009; 2), en lo que respecta a la selección de método de investigación, se selecciona el *estudio de caso* (Eisenhardt, 1989b; Pérez Serrano, 1994; Taylor y Bogdan, 1987), porque: a) se plantea una pregunta con “cómo”, b) el investigador tiene poco control sobre los eventos y c) la atención se centra en un fenómeno contemporáneo dentro de un contexto de la vida real. El carácter flexible del *estudio de caso* y su enfoque progresivo (Stake, 1999) permite profundizar en los objetivos planteados. En un *estudio de caso*, el principal interés no es aislar una contingencia específica para probar su relevancia e impacto, sino entender un fenómeno como un “todo” (Ragin, 1987).

## 1.7. Estructura de la tesis

Con el fin de alcanzar los objetivos expresados en apartado anterior, el trabajo se divide en cuatro partes. La Figura 2 representa el modelo de trabajo desarrollado. La Primera Parte, que comprende el capítulo 1, presenta el objetivo de esta tesis, desarrollando la pregunta y los objetivos de la investigación.

En la Segunda Parte se presenta el estado del arte del tema en estudio, y está comprendida por los siguientes 3 capítulos. En el capítulo 2 se presenta una revisión de la literatura sobre los tipos de colaboraciones entre organizaciones. Tomando a la subcontratación como una de forma de colaboración, se trabaja sobre la subcontratación del diseño de producto y en especial la subcontratación universidad-empresa. Siguiendo con los fundamentos teóricos del por qué las empresas subcontratan diseño de producto. Para finalizar el capítulo se presenta una definición de subcontratación estratégica de diseño de producto. El capítulo 3 aborda la integración de conocimiento y la integración de conocimiento en el desarrollo de producto. Luego se analiza las tareas de diseño y la naturaleza del conocimiento de éstas. Como elementos claves, se describen los mecanismos de integración de conocimiento y los sistemas de control. Para finalizar esta segunda parte, en el capítulo 4 se realiza la revisión de la literatura sobre modelos de integración de conocimiento en el desarrollo de producto. Tomando como base las características de las tareas de diseño, se presenta un modelo de integración de conocimiento en la subcontratación del diseño de producto basado en el carácter dinámico de la definición de las reglas de diseño.

En la Tercera Parte, compuesta por 2 capítulos, se realiza el estudio empírico de la investigación. En el Capítulo 5 se realiza la descripción de la metodología de la investigación y se presentan los casos con los que se realizó el estudio de campo. En el capítulo 6 se realiza una descripción de los casos a la luz de la revisión de la literatura realizada y se muestran los resultados.

Finalmente, en la Cuarta Parte, compuesta por el capítulo 7, se recogen las principales conclusiones obtenidas del estudio en relación con los objetivos

planteados, las limitaciones derivadas de la investigación y las futuras líneas de investigación.

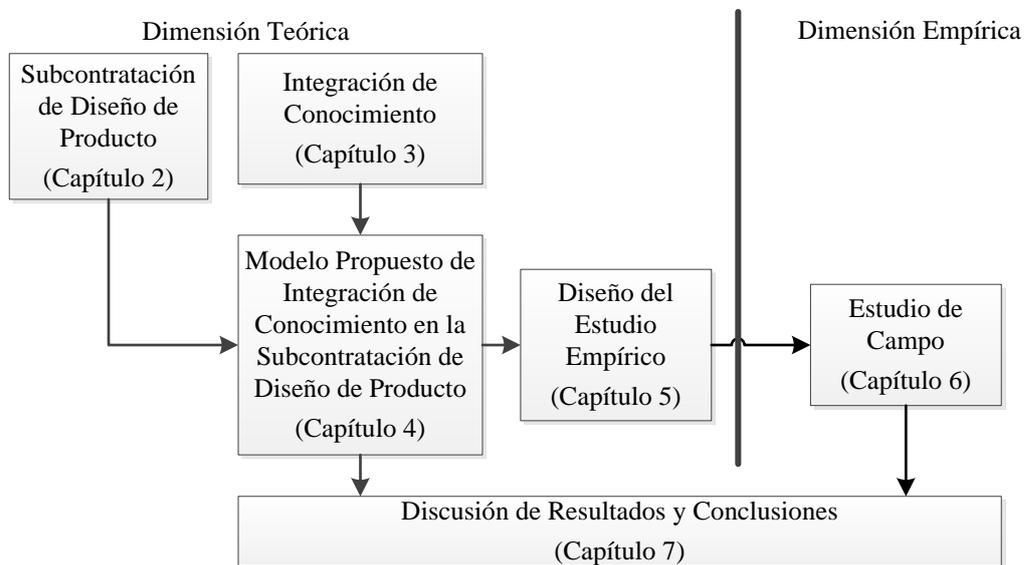


Figura 2: Modelo de la Investigación.

## **CAPÍTULO 2 - SUBCONTRATACIÓN ESTRATÉGICA DE DISEÑO DE PRODUCTO**

El término subcontratación es muy utilizado tanto en el mundo académico como el industrial, sin que exista una definición ampliamente extendida. En la primera parte del capítulo, se analizan distintos tipos de colaboraciones entre organizaciones. Luego, nos centramos en la subcontratación como un tipo particular de colaboración, haciendo hincapié en una que particularmente se presenta en la colaboración universidad-empresa. En una segunda parte, se realiza una revisión teórica sobre las razones, y sus implicaciones, que llevan a realizar esta subcontratación. Finalizando el capítulo con una definición de subcontratación de diseño de producto.

### **2.1. Subcontratación como forma de colaboración entre organizaciones**

Para llevar adelante una colaboración en el diseño de productos se pueden utilizar distintos tipos de colaboraciones organizacionales, cada una de las cuales presenta distintas particularidades en lo que respecta a su gestión y su formalización (Grandori y Soda, 1995 y Grandori, 1997). Si bien se han propuesto diversas tipologías para clasificar las distintas formas de colaboraciones entre organizaciones (Grandori, 1997; Grandori y Soda, 1995; Hinterhuber y Levin, 1994; Inkpen y Tsang, 2005), no hay un consenso sobre la tipología a utilizar. A continuación, con

el fin de delimitar las colaboraciones de subcontratación, se desarrolla la tipología propuesta por Grandori y Soda (1995) y Grandori (1997) por ser una de las más extendidas en la literatura.

### **2.1.1. Tipos de colaboraciones entre organizaciones**

En un esfuerzo por revisar y organizar la vasta literatura de relaciones interempresas, Grandori y Soda (1995) y Grandori (1997) desarrollan una tipología de colaboraciones que las clasifica de acuerdo a dos dimensiones: la *centralidad* y la *formalización*.

La *centralidad* de la colaboración se refiere a la existencia, o no, de un centro de coordinación. Dentro de esto podemos diferenciar dos tipos de centralidades:

- Simétricas, o basadas en la paridad, donde los recursos, incluida la información y el know-how, son controlados en partes iguales por los distintos colaboradores.
- *Asimétricas* o centralizadas, donde los recursos, incluida la información y el know-how, son controlados por un solo colaborador.

Por otro lado, dentro de la *formalización* de las colaboraciones podemos diferenciar tres tipos:

- *Sociales*: La colaboración entre organizaciones se realiza únicamente utilizando relaciones sociales, en el sentido que no existe ningún acuerdo formal de ningún tipo. Se contemplan diversos tipos de colaboraciones sociales, las cuales abarcan más de lo estrictamente de “bienes sociales” (prestigio, estatus, amistad, etc.) y los dos tipos de centralidades (simétricas y asimétricas). Los contratos que se realizan sólo especifican los términos de intercambio de bienes y servicios.
- *Burocráticas*: Se establecen acuerdos contractuales entre organizaciones que especifica las relaciones entre las partes y, si existiera, los términos sobre el intercambio de bienes y/o servicios. La presencia de una red burocrática nunca puede ser tomada como sustituto de una red social, pues distintos grados de formalización son utilizados con el fin de ayudar a la red social.

La fortaleza de este tipo de relaciones se basa en un sistema jurídico que proteja, de forma recíproca, los derechos de las partes.

- *De propiedad*: Las relaciones entre organizaciones se dan a través de *cross-holding* de acciones y de derechos de propiedad. Si bien las acciones y los derechos de propiedad no son un mecanismo de coordinación organizacional *per se*, pueden ser considerados como sistemas de incentivos que sustentan alguna forma de cooperación.

Esta tipología establece las características a tener en cuenta para clasificar distintos tipos de colaboraciones que se pueden presentar entre las organizaciones más diversas. Así mismo, para delimitar el alcance de éste trabajo a continuación se desarrolla un tipo particular de colaboración como es la subcontratación.

### **2.1.2. Subcontratación: definiciones y tipologías**

En la literatura no existe un consenso sobre la definición del término subcontratación y esto se acentúa en las traducciones que han realizado distintos autores sobre dicho término (Guitart, 2005, Gordillo, 2008). Un término que se utiliza en la literatura de forma general es *outsourcing*, el cual traduciremos como subcontratación.

Diversos autores han definido el concepto de subcontratación. Anderson et al. (2008), expresa esta discrepancia existente en la literatura en términos de la restricción que se realiza al término subcontratación. Por un lado, algunos autores circunscriben su uso a los proyectos que se realizaron una vez dentro de la empresa y luego han sido transferidos a otras empresas. Otros utilizan el término para incluir proyectos que nunca se han hecho internamente. Por último, en algunas empresas, como IBM y General Electric, lo utilizan para describir sus relaciones entre distintas partes de la misma empresa (Anderson et al., 2008).

Las definiciones de subcontratación, como medio para expandir una operación o para racionalizar una operación existente, están delimitadas dentro de una de las siguientes descripciones Mol (2007):

- La subcontratación hace referencia a aquellas actividades que se llevan a cabo por proveedores externos.
- La subcontratación hace referencia a la transferencia de actividades y, posiblemente, los activos de una empresa a un proveedor externo.
- La subcontratación hace referencia a aquellas actividades que se llevan a cabo por proveedores externos, pero también podría llevarse a cabo por la empresa.

Así mismo, Mol (2007; 5) define al subcontratación como un *estado* y como un *proceso*:

- *Subcontratación como un estado*: “la adquisición de bienes y servicios de proveedores externos”. Cuya contraparte es la integración vertical, que se refiere a los bienes y servicios producidos internamente o adquiridos a otras unidades dentro de un sistema corporativo.
- *Subcontratación como un proceso*<sup>3</sup>: “una serie de acciones, realizadas dentro de un plazo de tiempo determinado, que llevan a la transferencia de actividades hacia los proveedores externos, posiblemente relacionadas con la transferencia de activos, incluyendo a las personas, que fueron realizadas con anterioridad en la empresa o adquiridas a otras unidades del mismo sistema corporativo”.

### 2.1.3. Tipos de subcontrataciones

La estructura de los acuerdos de subcontratación varía a lo largo de tres dimensiones fundamentales (Davis-Blake et al., 2009): el control, las relaciones sociales y la formalidad. Si bien caracteriza los extremos de éstas dimensiones, expresa la existencia de un continuo dentro de estos extremos.

Grado de *control* por parte de las empresas líderes:

---

<sup>3</sup> Cuya contraparte es el proceso de in-sourcing, el cual se produce cuando se vuelven a realizar internamente los bienes y servicios externalizados.

- En un extremo del continuo de las empresas líderes sólo determinan la viabilidad económica y los parámetros generales de diseño de las actividades que se subcontratan.
- En el otro extremo de este continuo, las empresas líderes tienen una participación activa en todas las fases de las tareas subcontratadas.

Situación de las *relaciones sociales* entre las empresas:

- En un extremo de este continuo, las relaciones entre las empresas líderes y socios de subcontratación se asemejan a las operaciones al contado.
- El otro extremo del continuo existen una sólida relación entre la empresa líder y el subcontratado, sobre la base de las relaciones sociales.

*Formalidad* de las relaciones de subcontratación:

- En un extremo la empresa líder y el proveedor puede tener una alianza formal que se rige por los documentos legales vinculantes, negociados en los niveles más altos de ambas empresas.
- En el otro extremo, los acuerdos de subcontratación puede consistir en poco más que los acuerdos para prestar determinados servicios a precios determinados, dejando sin especificar los detalles de cómo trabajarán las empresas en conjunto. Cuando el trabajo subcontratado es complejo y el contrato de subcontratación no está altamente formalizado, las empresas líderes pueden utilizar integradores de cadena de suministro, los cuales se dedican a la gestión de las relaciones entre los subcontratados.

Siguiendo estas tres dimensiones fundamentales, Davis-Blake et al. (2009) expresan que existen tres tipos principales de acuerdos de subcontratación:

- La subcontratación que implica localizar los procesos de negocio completos o funciones fuera de los límites de las empresas líderes.
- La subcontratación que implica la localización de partes de los procesos de negocio, o la fabricación de componentes de los productos o servicios complejos, fuera de los límites de las empresas líderes.
- La subcontratación que implicar la adquisición de los recursos humanos a través de intermediarios del mercado de trabajo.

Mol (2007), utilizando los mecanismos de interdependencia de Thompson (1967), conceptualiza tres tipos de subcontratación. También expresa que se gestionan de forma diferente y tienen distintos rendimientos, pero son empíricamente muy difíciles de separar una forma de otras, pues son tipos ideales. Dichas formas son:

- *Compra* (interdependencia conjunta): Los proveedores cumplen una función determinada y no hay necesariamente una comunicación entre el pedido y la entrega.
- *Subcontratación*<sup>4</sup> (interdependencia secuencial): El comprador y el proveedor dependen uno de otro y hay necesidad de una comunicación continua sobre las cuestiones operativas, pero el comprador es el líder de la relación.
- *Subcontratación estratégica* (interdependencia recíproca): El comprador y el proveedor trabajan juntos más estrechamente, lo que realiza uno de los socios tiene serias implicaciones para el otro socio y los objetivos comunes pueden surgir en el ámbito relacional.

Por otra parte, Suarez-Villa y Rama (1996; 1173-1174), expresan que se pueden distinguir dos tipos de subcontrataciones.

La primera "...forma puede implicar licitaciones competitivas, especificaciones predeterminadas de rendimiento y parámetros temporales, con explícitas las sanciones legales en caso de incumplimiento. Estos acuerdos también tienden a ser jerárquicos, donde la empresa contratante dicta los términos de la transacción, los cuales principalmente pueden implicar acuerdos a corto plazo, cuando las partes involucradas no adquieren muchos conocimientos sobre las distintas operaciones de la otra empresa. En algunos casos, las transacciones 'brazo de distancia', tales subcontrataciones puede considerarse deseable con el fin de proteger la privacidad de la empresa y sus estrategias de cada a la incertidumbre o de la competencia...".

---

<sup>4</sup> Mol (2007) denomina *Subcontracting* a ésta modalidad.

“La segunda modalidad de subcontratación puede ser de carácter cooperativo, con expectativas de rendimiento flexible y puede implicar una relación a largo plazo. Las empresas pueden adaptarse entre sí modificando las condiciones originales en función de las contingencias, cambios en las especificaciones y variación de la demanda de productos. En este modo de subcontratación, se espera que todas las partes puedan agregar valor más allá de los resultados de desempeño pre-definidos. Por ejemplo, las firmas subcontratadas pueden aportar su experiencia en diseño, capacidad técnica y posibles usos adicionales de cualquiera de los productos o componentes que suministran. Los subcontratados incluso pueden iniciar cambios en el diseño de un producto cuando existe una cooperación muy estrecha, con el fin de beneficiar al rendimiento final del producto, su comercialización o la diversidad de usos que se les pueden dar...”

A la luz de estas caracterizaciones de la subcontratación, y siguiendo con la delimitación del trabajo, a continuación se realiza una descripción de un tipo particular de colaboración universidad-empresa que se enmarca dentro de una colaboración de subcontratación.

#### **2.1.4. Subcontratación universidad-empresa: consultoría académica**

Los mecanismos en los cuales están basadas las colaboraciones universidad-empresa, contribuyen a los procesos de innovación en un sentido más amplio que la entrega de tecnologías de vanguardia e invenciones generadas por la universidad. En este sentido, Perkmann et al. (2007) desarrollan una tipología de colaboraciones universidad-empresa en función del nivel del alcance de la colaboración<sup>5</sup>. Dentro de

---

<sup>5</sup> La tipología de colaboraciones universidad-empresa desarrollada por Perkmann y Walsh (2007), establece 4 tipos de vínculos. Primero están las *relaciones*, como forma de colaboración, son uniones altamente participativas. La *movilidad* son colaboraciones de participación intermedias, que ocurren cuando las personas se mueven entre las universidades y las empresas. La *transferencia de conocimiento/tecnología*, con muy baja participación, se da por medio de la transferencia de

ésta se puede destacar las colaboraciones a las cuales llaman *relaciones*, que desarrollaremos a continuación.

Las *relaciones*, como forma de colaboración, son uniones altamente participativas. Éstas se dan cuando las personas (o equipos) del Centro y la empresa trabajan conjuntamente en proyectos específicos y con un fin común. Dentro de esta categoría podemos colocar las *asociaciones de investigación*, las cuales son acuerdos inter-institucionales para la consecución de proyectos de I+D, y los servicios de investigación, compuestos por actividades encargados por los clientes industriales, incluyendo contratos de investigación y consultoría.

Los *servicios de investigación*, los cuales enmarcan la colaboración que estamos trabajando, presentan las siguientes características (Perkmann et al., 2007). Por un lado, son proporcionados por los investigadores académicos bajo la dirección de los clientes industriales. En estos tipos de relaciones las empresas determinan unilateralmente qué tipo de experiencia o servicio que requieren y el investigador (o grupo de investigadores) las realiza a cambio de una contraprestación económica. Este investigador (o grupo de investigadores) trabajan en centros de investigación organizados por disciplinas y áreas de conocimiento, que operan como unidades semiautónomas a través de las cuales se llevan a cabo los contratos de investigación (Debackere y Veugelers 2005). En los contratos de *servicios de investigación* se definen objetivos específicos y resultados finales, permitiendo un cierto grado de libertad académica de investigación.

Los *servicios de investigación* tienden a realizarse durante las últimas etapas del ciclo de innovación tales como la diferenciación de productos y la mejora (Polt et al. 2001). Los *contratos de investigación* y algunas *consultorías académicas* están dentro de esta categoría. Si bien en la práctica la diferenciación es muy tenue, en los *contratos de investigación* la empresa encarga al académico la investigación de

---

propiedad intelectual, generada por la universidad (como las patentes), hacia las empresas. Una vinculación que se puede dar a todo nivel (alto, medio y bajo) es la referida a *publicaciones científicas*, donde, dentro de la industria, son utilizadas publicaciones científicas, conferencias, etc.

aspectos específicos de un problema, mientras que en las *consultorías académicas* se aprovechan los conocimientos especializados existentes (Schartinger et al. 2002).

A la luz de la tipología de Grandori y Soda (1995) y Grandori (1997) la relación universidad-empresa del tipo *consultorías académicas*, enmarcada dentro de los *servicios de investigación*, se puede clasificar como una colaboración del tipo *asimétrica o centralizada*, con una formalización del tipo burocrática. Los servicios de investigación, y por consiguiente las consultorías académicas, “tienden a involucrar una colaboración mucho más estrecha entre los investigadores académicos y socios industriales. La estrecha colaboración facilita el aprendizaje interactivo...” (Perkmann y Walsh, 2009; 1034).

## **2.2. ¿Por qué subcontratan las empresas diseño de producto?**

Existen diversas perspectivas teóricas sobre la utilización de la subcontratación o, dicho de otro modo, de las razones del por qué las empresas subcontratan. Si bien estas teorías presentan distintas perspectivas conceptuales, basadas en la eficiencia económica o de carácter estratégico, su división contiene un cierto grado de arbitrariedad y algunos autores pueden pertenecer a varias perspectivas a la vez (Mol, 2007).

La formulación de los problemas empíricos no es neutral desde el punto de vista teórico. El cómo se formulan los problemas, qué alternativas se identifican y qué soluciones se sugieren, vendrá determinado por la elección del modelo teórico seleccionado (Håkansson et al., 2007).

El argumento común entre estos puntos de vista es que, el valor que genera la sinergia con los subcontratados es mayor que el que podría haber sido generado a través de otras configuraciones organizativas. La creación de valor en la subcontratación refiere al proceso por el cual se combinan las capacidades de las organizaciones, de manera que se mejora la ventaja competitiva de uno o de varios colaboradores (Caglio et al., 2008b). En la subcontratación de diseño de producto la creación de valor se puede llevar a cabo de diversas formas: competencia entre

proveedores, utilización de las economías de escala, la capacidad de respuesta a la variabilidad de la demanda, acceso inmediato a las capacidades y minimización de la inversión financiera, entre otras (Ulrich et al., 2005).

Diversas investigaciones en colaboraciones entre organizaciones, han planteado teorías que abordan las razones de por qué las organizaciones entran en relaciones comerciales más estrechas (Caglio y Ditillo, 2008b). A continuación, se realiza una descripción de la teoría de los costes de transacción, la teoría de la agencia, el enfoque basado en los recursos y el enfoque de la dependencia de recursos.

### **2.2.1. Teoría de los Costes de Transacción**

En el estudio de la subcontratación, es de destacar como paradigma dominante la utilización de la Teoría de los Costes de Transacción (TCT) (Coase, 1937; Williamson, 1975). Coase propone que las empresas y los mercados sean considerados medios alternativos de una organización económica (Coase, 1952; 333, en Williamson, 1985; 4). Si bien hay múltiples interpretaciones sobre qué son los costes de transacción o cómo influyen estos en el comportamiento de la empresa, el marco más ampliamente citado y criticado, particularmente en el área de la subcontratación, es el de Williamson (1981; 1985; 1991).

Dentro de este marco, la decisión de *make-or-buy* es donde esta teoría tiene su mayor aplicación (Williamson, 1991). Esta perspectiva ve a la empresa y al mercado como formas de alternativas organización y sugiere que la decisión de *make-or-buy* se llevará a cabo buscando maximizar el nivel de eficiencia en la realización de transacciones específicas (Williamson, 1985).

Según la TCT, cuando los costes de transacción son bajos, es decir los factores económicos favorecen el mercado, las empresas utilizarán las colaboraciones (p. ej. la subcontratación). En cambio, cuando los costes de transacción son altos las empresas tenderán a realizar las actividades dentro de la empresa (Williamson, 1975, 1985).

### *a. Costes de transacción*

En la TCT se identifican dos categorías de costes: los *costes de producción* y los *costes de transacción* (Williamson, 1985).

- Los *costes de producción* son los que se originan debido a los recursos físicos y procesos utilizados para producir y distribuir los bienes y servicios.
- Los *costes de transacción* son referidos al coste de los recursos utilizados en la redacción de contratos, vigilar el cumplimiento y compensar a las partes por el incumplimiento, si este llega a producirse. Estos costes se diferencian entre costes ex-ante y costes ex-post. Los primeros, se refieren a los costes que tienen lugar al establecer el contrato: selección y evaluación, negociación, redacción y garantía del acuerdo. En cambio los segundos, son los costes originados en administrar, obtener información, supervisar, controlar y obligar el cumplimiento de las condiciones del contrato.

Los costes de transacción, son generalmente más altos en los mercados debido a la necesidad de utilizar una variedad de mecanismos de control, a fin de contrarrestar la posibilidad de oportunismo que pueda surgir. Cuando los costes de transacción son elevados, debido a una ineficiencia del mercado, surge como alternativa la empresa y otras formas híbridas o intermedias entre la empresa y el mercado (Williamson, 1985).

Para Baldwin y Clark (2000; 360), los costes de transacción en una subcontratación de diseño de producto son los costes asociados con transferencia de propiedad, a los cuales los dividen en:

- *Costes de Información*: Los costes de cualquiera de las partes para verificar la calidad de los bienes que se transfieren, así como los costes (también a cualquiera de las partes) para verificar el valor de los pagos realizados por la propiedad.
- *Costes operacionales*: Los costes para realizar la transferencia una vez que las partes han acordado que transfieren (incluidos los costes de transporte, costes de compensación, etc.).

***b. Atributos de los agentes económicos***

La TCT realiza dos suposiciones con respecto al comportamiento de los agentes implicados: *racionalidad limitada* y *comportamiento oportunista* (Williamson, 1985; Calantone et al., 2007).

La *racionalidad limitada* se refiere a la suposición que los gerentes poseen limitaciones en sus capacidades cognitivas y de racionalidad. Es decir, los gerentes no pueden considerar todos los posibles caminos de acción, ni pueden analizar cada uno de los datos disponibles en la toma de decisiones.

El *comportamiento oportunista* es la suposición que un colaborador puede actuar sin escrúpulos para servir a sus propios intereses y que es difícil determinar de antemano qué socios son confiables y cuáles no.

***c. Atributos de las transacciones***

Según Williamson (1981, 1985) hay tres variables que influyen en las decisiones sobre *make-buy*: la especificidad de los activos requeridos para soportar la transacción, el tipo de incertidumbre que rodea a la transacción, la frecuencia con la cual ocurre la transacción.

La *especificidad de activos* se refiere al grado en el que un activo puede ser reasignados a otros usos y los usuarios alternativos, sin sacrificio de valor productivo (Williamson, 1985). Esto significa que, cuando una operación requiere una inversión específica, es necesaria la utilización de un mecanismo para proteger a los inversores. Es decir, la especificidad de activos se refiere a la singularidad de los conocimientos y la posibilidad de usos alternativos de los activos creados en la transacción. Los mercados fallan cuando los activos que se requiere la producción de un servicio o componente son altamente específicos para ese componente o servicio, es decir, cuando las posibilidades de reutilizar estos bienes en otros entornos son limitadas o inexistentes. Si la especificidad de los activos es alta, el precio al que un proveedor esté dispuesto a comprometerse en esa transacción será

exorbitante, porque el proveedor no tendría la oportunidad de emplear estos activos de manera diferente si finaliza el contrato (Mol, 2007).

La *incertidumbre* es el resultado de tendencias económicas o la imposibilidad de predecir al mercado. La existencia de incertidumbres sobre las condiciones de negocio alrededor de una transacción, hace que sea difícil encontrar un proveedor que esté dispuesto a invertir en esa transacción, ya que el proveedor tiene que lidiar con los costosos shocks de demanda (Mol, 2007). La complejidad de la tarea juntamente con la incertidumbre hace que, la determinación de todas las posibles contingencias y su actuación ante ellas. Por lo tanto, el contrato se firmará normalmente menos detallado que el que se redactaría si la información fuese completa (Guitart, 2005).

La última, se refiere a la *frecuencia* de las transacciones entre las organizaciones. Cuando una transacción se realiza de forma esporádica, carece de sentido la creación de capacidad productiva en la empresa. Por el contrario, la integración dentro de la empresa tiene más sentido cuando un servicio o componente es utilizado de forma relativamente continua y se tiene la previsión de su uso en el futuro. Si la frecuencia de repetición de la transacción es nula, probablemente se utilizará un contrato estándar. En cambio, si las transacciones se realizan de forma recurrente, probablemente se introducirán rutinas en el gobierno de la transacción (Guitart, 2005).

#### ***d. Teoría de los Costes de Transacción y la subcontratación de diseño de producto***

Con el fin de determinar si la subcontratación es una estructura de gobierno adecuada para una transacción específica, uno de los análisis que deben realizar las empresas es si dicha colaboración minimiza la combinación de los costes de producción y transacción. Según la TCT, la baja incertidumbre de la tecnología y/o el mercado, la experiencia en subcontratación y una relación a largo plazo reducen los costes contractuales y la supervisión (Williamson, 1985).

Si bien la economía de escala está más relacionada con la producción de componentes, también puede estar presente en el diseño del producto. Una organización suministra servicios de ingeniería a muchas empresas puede, debido a las economías de escala, prestar el servicio a un coste menor que los que tendría internamente la empresa. Por otra parte, la competencia entre proveedores ofrece beneficios potenciales para la subcontratación de la actividades de diseño del producto. Permitiendo disminuir el tiempo de desarrollo y aumentar de la calidad debido a una mayor competencia entre los proveedores (Rundquist, 2010)

### **2.2.2. Teoría de la Agencia**

La teoría de la agencia explora las razones y los problemas de las relaciones principal-agente (Ross, 1973; Jensen y Meckling, 1976). Jensen y Meckling (1976) consideran que las relaciones contractuales son la esencia de la empresa, no solo con los empleados sino también con los proveedores, clientes, acreedores, etc. En esta teoría se establece que "...una relación de agencia surge entre dos (o más) partes cuando una, designada como el agente, actúa para, en nombre de, o como representante de otra, designado el principal, en un dominio particular de problemas de decisión" (Ross, 1973; 134). Jensen y Meckling (1976; 308) definen una relación de agencia como "aquel contrato en el que una o más personas (principal/es) encomiendan a otra persona (agente) la realización de determinado servicio, en su nombre, lo que supone una delegación de autoridad en el agente". Guitart (2005; 84-85) enumera, de forma resumida, las ideas principales en las cuales se basa la teoría de la agencia:

- A nivel individual, el interés propio de las personas conlleva a que, a nivel de organización, se produzcan conflictos de objetivos.
- Acepta las hipótesis de interés propio y racionalidad limitada, al igual que la teoría de los costes de transacción.
- La información se distribuye de forma asimétrica a través de la organización.

- La información se considera una mercancía: tiene un coste y puede ser comprada (Eisenhardt, 1989a; 64).
- El uso eficiente de la información es el criterio para la elección entre las diferentes formas organizativas.
- Se centra en el estudio de los contratos entre principal y agente, sin reparar en los límites de la organización, a diferencia de la teoría de los costes de transacción.
- Los contratos entre principal y agente se ven influidos por la incertidumbre y por la diferente actitud en relación a la aceptación el riesgo que asumen ambas partes.
- Su objetivo es encontrar la estructura óptima de control de las relaciones de agencia, las cuales dependen de la información que poseen las partes y las decisiones adoptadas a partir de ésta.
- Por tanto, trata de establecer el contrato más eficiente entre principal y agente (Eisenhardt, 1989; 64): o un contrato basado en el comportamiento, desarrollando las actividades internamente y evaluando los costes de medir el comportamiento; o un contrato basado en el resultado, externalizando las actividades y valorando los costes de medir el resultado y la transferencia del riesgo al agente.

### ***a. Problemas de la agencia***

Teoría de la agencia se ocupa de solventar los dos problemas que pueden suceder en las relaciones de agencia (Eisenhardt, 1989a; 58):

El primero es el *problema de agencia*, que surge cuando:

- entran en conflicto los deseos o metas entre el principal y el agente, y
- es difícil o costoso para el principal para verificar lo que el agente está haciendo en realidad. En el hecho que el principal no puede verificar si el agente se ha comportado adecuadamente.

El segundo es el problema de la *distribución del riesgo* que surge cuando:

- el principal y el agente tienen diferentes actitudes hacia el riesgo. En el hecho que el principal y el agente pueden preferir diferentes acciones debido a diferentes preferencias de riesgo.

### ***b. Costes***

Bajo condiciones de incertidumbre, las empresas deben incurrir en costes de monitoreo para asegurarse que los individuos están operando en interés de la organización. Por lo tanto, los costes de agencia surgen cuando, debido a los dos problemas de agencia, el principal trata de minimizar la diferencia entre el comportamiento del agente y sus intereses. Según Baldwin y Clark (2000) los *costes de agencia* son los costes de delegar tareas a otras personas, cuyos objetivos no son idénticos a los del principal. Por su parte, los costes de agencia se pueden desglosar de la siguiente manera

- *Costes directos*: El coste del trabajo que no se realiza como el principal le gustaría que fuera.
- *Costes de unión*: El coste de cambiar la naturaleza o el tiempo del agente por medio de incentivos con el fin de reducir los costes directos agencia (por ejemplo, el agente puede depositar una fianza, o el principal puede ofrecer una recompensa en proporción a la calidad del trabajo realizado).
- *Costes de monitoreo*: Los costes de observar y supervisar el desempeño de las tareas a fin de reducir los costes de agencia directos (por ejemplo, el director podrá exigir que el trabajo de ser auditados o evaluados por el tercero).

Como expresa Cheon et al. (1995; 214), según Eisenhardt (1989a) los costes de agencia se ven influenciados por los siguientes factores:

- Incertidumbre en el resultado, debido a políticas gubernamentales, clima económico, cambios tecnológicos, acciones de los competidores.
- Aversión al riesgo del principal y del agente.
- Programabilidad del comportamiento del agente o grado en que el comportamiento del agente puede ser especificado con antelación.
- Grado en que el resultado puede ser fácilmente medido.
- Duración de la relación de agencia.

Eisenhardt (1989a) expresa que la teoría de la agencia ofrece una visión única de los sistemas de información, la incertidumbre de los resultados, incentivos y riesgos.

Así también, recomienda la incorporación de esta teoría en estudios de problemas que tiene una estructura colaborativa. La subcontratación, según la teoría de la agencia, puede estudiada como un problema de alineación de los intereses de la empresa y el subcontratado. Si los contratos entre las organizaciones permiten la alineación de intereses del subcontratado y los de la empresa, reduciendo de este modo posibles comportamientos oportunistas, entonces es probable la utilización de la subcontratación (Moll, 2007). Esto sería particularmente útil en un contexto de acceso a conocimientos, ya que permitiría el aumento de recursos con una cantidad menor de esfuerzos de monitoreo sobre el riesgo moral y problemas de selección adversa (Caglio et al., 2008b).

### ***c. Teoría de la Agencia y la subcontratación de diseño de producto***

En la subcontratación de diseño de producto se puede dar la situación donde, la actividad A es necesaria para la realización de la actividad B y la calidad de la actividad A es difícil de evaluar hasta que el diseño no esté todo terminado. Éste se presenta como uno de los problemas clásicos de la agencia, donde la organización responsable de la actividad A puede eludir la detección de la calidad de su trabajo (Ulrich, et al., 2005). La baja complejidad o la estandarización de la actividad de diseño disminuye los costes de monitoreo y los costes de control.

La subcontratación, como forma de gobernanza “híbrida” (Williamson, 2008), requiere que en el contrato se anticipen todas las contingencias posibles. En la subcontratación del diseño de producto, la creación de un contrato robusto es difícil. Esto se debe a que hay una alta probabilidad de existencia de perturbaciones exteriores del diseño (p. ej. una acción de la competencia) y perturbaciones interiores del diseño (p. ej. la imposibilidad de identificar todas las interacciones entre las tareas (Sosa et al., 2004)). La presencia de perturbaciones imprevistas conlleva, generalmente, problemas asociados a la renegociación de los contratos.

### **2.2.3. Enfoque basado en los recursos**

El *enfoque basado en los recursos* (resources-based view, RBV) considera que una empresa es un conjunto de recursos productivos. Barney (1991; 99) expresa que según el RBV, “las empresas obtienen unas ventajas competitivas sostenidas mediante la implementación de estrategias que exploten sus fortalezas internas, respondiendo a las oportunidades ambientales, neutralizando las amenazas externas y evitando las debilidades internas”. Para la RBV los recursos, la posición competitiva de la empresa (rentabilidad por encima del normal) “depende de su capacidad para obtener y defender posiciones ventajosas en materia de recursos importantes a la producción y distribución” (Cheo et al., 1995; 221).

Para Daft (1993; en Barney, 1991; 101) “los recursos de la empresa incluyen todos los activos, capacidades, procesos organizacionales, atributos de la firma, información, conocimiento, etc. controlados por una empresa que permitirá a la empresa concebir y poner en práctica estrategias que mejoren su eficiencia y eficacia”. A continuación, con el fin de tener una visión general de esta teoría, se desarrollaran los aportes de los autores Barney (1991) y Grant (2010).

#### ***a. Enfoque basado en los recursos según el aporte de Barney***

Barney (1991; 101) clasifica los recursos en tres categorías:

- *Recursos de capital físico*: la tecnología utilizada, la fábrica, el equipamiento, su localización geográfica y el acceso a las materias primas.
- *Recursos de capital humano*: la formación, experiencia, juicio, inteligencia, relaciones e intuición de los directivos y los trabajadores de una organización.
- *Recursos de capital organizacional*: las estructuras formales de información, la planificación formal e informal, sistemas de coordinación y control, así como las relaciones informales entre grupos dentro de la empresa y, entre la empresa y grupos de su entorno.

Según Barney (1991; 101), el RBV considera, en primer lugar, que las empresas están dentro de una industria (o grupo) que pueden ser heterogéneas con respecto a

los recursos estratégicos que controlan. En segundo lugar, que estos recursos pueden no ser perfectamente móviles entre las empresas, y por lo tanto la heterogeneidad puede ser de larga duración. Tomado estos dos supuestos, el RBV examina las implicaciones de estos para el análisis de las fuentes de ventaja competitiva sostenida. Por lo tanto, el considerar estos atributos como indicadores empíricos de la heterogeneidad y la inmovilidad de los recursos, nos permite evaluar la utilidad de estos como elementos generadores de ventajas competitivas sostenibles (ver Figura 3).



Figura 3: Relación entre la heterogeneidad y la inmovilidad de los recursos, valor, rareza, imperfectamente imitables e insustituibles, y ventaja competitiva sostenida. [Fuente: Barney, 1991; 112]

Para que un recurso pueda ser considerado capaz de ofrecerle a la empresa una ventaja competitiva sostenible debe tener cuatro atributos (Barney, 1991; 106-108):

- *Se valioso*: los recursos son valiosos cuando permiten a una empresa concebir o implementar estrategias que mejoren su eficiencia y eficacia.
- *Tener rareza*: los recursos deben ser únicos o raros entre la competencia actual y potencial de la empresa, esto le permite a la empresa mantener su ventaja competitiva.
- *Imperfectamente imitables*: los recursos de empresa puede ser imperfectamente imitables cuando la capacidad de una empresa para obtener un recurso depende de:
  - Unas determinadas condiciones históricas,
  - La relación entre los recursos poseídos por una firma y su ventaja competitiva no se puede entender bien y/o
  - El recurso que genera la ventaja competitiva sea socialmente complejo.

- *Insustituible*: No puede haber sustitutos estratégicamente equivalentes para este recurso.

***b. Enfoque basado en los recursos según el aporte de Grant***

Según el aporte de Grant (2010; 127), los “recursos son los medios de producción propiedad de la empresa” y las “capacidades son lo que la empresa puede hacer. Los recursos individuales no confieren ventaja competitiva, sino que deben trabajar juntos para crear *capacidad organizacional* (énfasis en el original)”. La agrupación equipos o un conjunto de recursos no lleva, por sí sola, a la creación de una capacidad. Ésta necesita la integración recursos por medio de acciones coordinadas (ver Figura 4).

Grant (2010) clasifica a los recursos en tres tipos:

- *Recursos tangibles*: Compuestos por los financieros (efectivo, valores, capacidad de endeudamiento) y los físicos (fábrica, equipamiento, tierras, reservas minerales), son los más fáciles de identificar y evaluar, pues se encuentran en los estados financieros de la empresa.
- *Recursos intangibles*: Dentro de los cuales se encuentra la tecnología (patentes, *copyrights*, secretos comerciales), la reputación (marcas y relaciones) y la cultura de la organización. Para la mayoría de las empresas, los recursos intangibles son más valiosos que los recursos tangibles.
- *Recursos humanos*: Las habilidades/know-how, la capacidad de comunicación y colaboración y la motivación, son los recursos que se encuentran dentro de esta categoría. Recursos humanos de las organizaciones comprenden la experiencia y el esfuerzo ofrecido por los empleados, los cuales están caracterizados por ser un stock muy complejo y difícil de identificar y valorar.

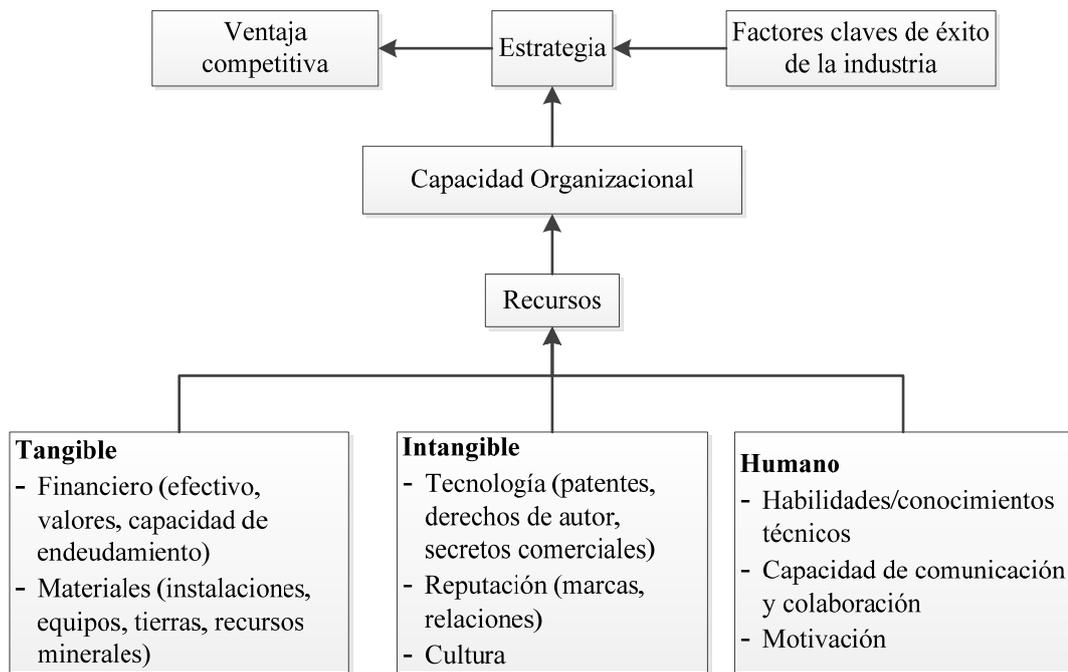


Figura 4: Vínculos entre los recursos, capacidades y ventajas competitivas [Fuente: Grant, 2010; 127].

Tres son los factores de los cuales dependen los beneficios que una empresa puede obtener de sus recursos y capacidades (Grant, 2010; 135): “su capacidad para *establecer* una ventaja competitiva, para *mantener* esa ventaja competitiva y *apropiarse* de los retornos de esa ventaja competitiva” Cada uno de éstos depende de una serie de características de los recursos (ver Figura 5).

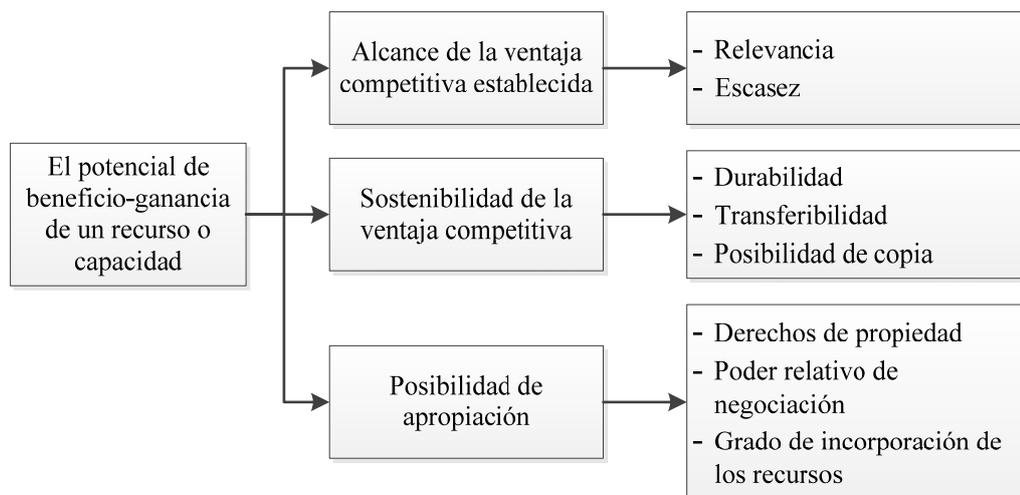


Figura 5: Valoración de la importancia estratégica de los recursos y capacidades [Fuente: Grant, 2010; 127].

Para que un recurso, o una capacidad, aporten ventaja competitiva se deben cumplir dos condiciones (Grant, 2010; 135-136):

- *Escaso*: Si un recurso, o capacidad, está ampliamente disponible, puede ser esencial para poder competir, pero no será suficiente para obtener una ventaja competitiva. Si las tecnologías están ampliamente disponibles, estas son necesarias para “jugar” en el mercado pero no suficientes para “ganar”.
- *Relevancia*: Un recurso o capacidad debe ser relevante para los factores clave de éxito en la industria.

La habilidad para *establecer* una ventaja competitiva y el tiempo durante el cual se la puede *sostener*, afectará los beneficios que se pueden obtener de los recursos y capacidades. Esto dependerá, por un lado, de que los recursos y capacidades sean *duraderos*. Y por otro lado, si los rivales pueden *imitar*, es decir pueden ser *transferibles* o *replicables*, la ventaja competitiva que ofrecen (Grant, 2010; 136-138):

- *Durabilidad*: la durabilidad de algunos recursos (p. ej. marcas), con respecto a otros (p. ej. bienes de equipo, propiedad de tecnologías), presentan una base más segura para la ventaja competitiva.
- *Transferibilidad*: la transferibilidad de un recurso o capacidad es función de la facilidad de movilidad entre empresas. Si un recurso o capacidad se puede transferir, la forma más simple que tiene una empresa para imitar la estrategia de otra empresa es comprando dicho recurso o capacidad. Esto se puede dar en recursos como materias primas, equipos producidos por los mismos proveedores, donde pueden ser transferibles y pueden ser comprados y vendidos con poca dificultad. Como fuentes de inmovilidad se pueden incluir a la inmovilidad geográfica de los medios naturales y la cultura corporativa, entre otros.
- *Posibilidad de copia*: La imposibilidad de una empresa de poder tener un recurso o capacidad por medio de su compra, lleva a esta empresa a tener que generarlo/a internamente. Los servicios financieros, el *layout* de tiendas, tecnologías de puntos de venta, entre otros, son fácilmente copiados por los competidores. En cambio, rutinas organizacionales complejas es un ejemplo de capacidades menos fáciles de copiar.

Con respecto a la *apropiación de los resultados* generados por mejores capacidades, Grant (2010; 138) plantea la falta de claridad a la hora de acreditar la propiedad: “las capacidades dependen en gran medida de las habilidades y esfuerzos de los empleados, que no son propiedad de la empresa. Esto se da, por ejemplo, en organizaciones cuyas actividades son intensivas en conocimiento (ingenierías, consultorías, etc.), donde resulta difícil establecer qué es propiedad de la empresa y qué es propiedad de las personas. Una amenaza constante a su ventaja competitiva para este tipo de organizaciones, las cuales dependen de la inventiva humana y el saber hacer, es la movilidad de los empleados claves (Grant, 2010).

***c. Enfoque basado en los recursos y la subcontratación de diseño de producto***

La necesidad de intercambio de información y el tipo de información que se debe manejar para poder llevar adelante el diseño de un producto, hace que la propiedad intelectual pueda extenderse a las empresas competitivas y que un proveedor pueda convertirse en un competidor de la misma.

Por otra parte, la adquisición de capacidades por medio de una inversión en personal y/o dinero, requiere de un tiempo para poder desarrollarlas internamente. Pero, cuando una empresa persigue nuevas oportunidades de mercado, la necesidad de tener acceso inmediato a una capacidad puede hacer que los tiempos de adquisición interna no sean los oportunos. Por eso, el adquirir una capacidad por medio de la subcontratación de diseño de producto puede ser una opción atractiva para la empresa, permitiendo acortar los tiempos de adquisición de capacidades.

Las empresas que deseen adquirir una capacidad necesitan invertir capital humano o físico. Dicha adquisición, no está exenta de incertidumbre sobre la futura utilización de la capacidad, lo cual reduce el atractivo la inversión. Una forma de evitar la inversión, y con eso la incertidumbre que conlleva, es la de subcontratar diseño de producto a una empresa que ya posee la capacidad (Quinn, 2000).

#### 2.2.4. Enfoque de la dependencia de recursos

El enfoque de la dependencia de recursos (resources-dependency view, RDV) se focaliza en el entorno de la organización, argumentado que todas las organizaciones, en mayor o menor grado, dependen de algunos elementos de dicho entorno (Aldrich y Pfeffer, 1976). La RDV caracteriza a las organizaciones como entes que necesitan recursos (financieros, materiales, así como también información o conocimiento específico), los cuales no controla y necesita obtenerlos del medio. Debido a esto, se forman organizaciones potencialmente dependientes de las fuentes externas de dichos recursos.

Según Ulrich y Barney (1984; 472) en la RDV se “caracterizan los vínculos entre las organizaciones como un conjunto de relaciones de poder basadas en el intercambio de recursos.” Dentro de esto, las “organizaciones intentan alterar sus relaciones de dependencia, disminuyendo su propia dependencia o aumentando la dependencia de otras organizaciones en sí mismos.”

“[L]a interdependencia existe siempre que un actor no controla totalmente todas las condiciones necesarias para la realización de una acción o para obtener el resultado deseado de la acción.” (Pfeffer y Salancik, 2003; 40). Cuanto más especializada es una organización, menor es su control sobre las condiciones necesarias para la realización de una acción o para obtener el resultado deseado de esa acción, dando esto una mayor interdependencia de la misma con respecto al medio.

Pfeffer y Salancik (2003; 41) especifican dos categorías de interdependencias:

- *Interdependencia de resultados*: “...los resultados obtenidos por A son interdependientes con, o conjuntamente determinados con, el resultado alcanzado por B”.
  - Relación competitiva: “...con el resultado obtenido por uno puede sólo ser mayor si el resultado obtenido por el otro es menor.”
  - Relación simbiótica: “...la salida de uno sirve de entrada para otro.”
- *Interdependencia de comportamiento*: “...las actividades son, en sí mismas, dependientes de las acciones de otro actor social.”

La interdependencia de una organización puede causar problemas de incertidumbre e imprevisibilidad (Pfeffer y Salancik, 2003). Por consiguiente, con el fin de limitar dichos problemas las organizaciones buscan disminuir la dependencia con respecto a otras organizaciones. Las organizaciones buscan disminuir la incertidumbre asociada a la *interdependencia de resultados*, cambiado a una *interdependencia de comportamiento* por medio de la estructuración de relaciones predecibles.

Pfeffer y Salancik (2003; 45-46) argumentan que hay tres factores críticos que determinan la dependencia externa de una organización sobre otra:

- La *importancia de los recursos*, el grado en el cual la organización los requiere para un funcionamiento continuo y su supervivencia.
  - La magnitud relativa del recurso.
  - La criticidad del recurso.
- Hasta qué punto la organización interesada tiene discreción sobre la asignación y el uso de los recursos.
  - La discreción puede derivar de la posesión, acceso, uso o capacidad de hacer reglas y regulaciones.
- El grado en el cual hay pocas alternativas, o el *grado de control sobre los recursos* por parte de la organización interesada.

Tomando lo anterior como referencia, Pfeffer y Salancik (2003; 51) definen a la dependencia como “el producto de la importancia que tiene una determinada entrada o salida para la organización y la medida en la cual ésta es controlada por unas relativamente pocas organizaciones”.

Pfeffer y Salancik (2003; 68-69) consideran que, con el fin de tener el control del entorno de una tarea, la organización debe tener claramente identificadas tres características estructurales más elementales (ver Figura 6):

- *Concentración*: en qué medida están dispersos en el medio el poder y la autoridad.
- *Generosidad*: grado de disponibilidad o escasez de los recursos críticos.

- *Interconexión*: el número y patrón de vínculos o conexiones entre las organizaciones.

“Estas tres características estructurales, a su vez, determinan las relaciones entre los actores sociales (específicamente, el grado de conflicto y la interdependencia presentes en el sistema social). Los conflictos y la interdependencia, a su vez, determinar la incertidumbre que la organización enfrenta. La incertidumbre, por tanto, puede considerarse como uno de los resultados de las otras dimensiones ambientales.” Pfeffer y Salancik (2003; 68).

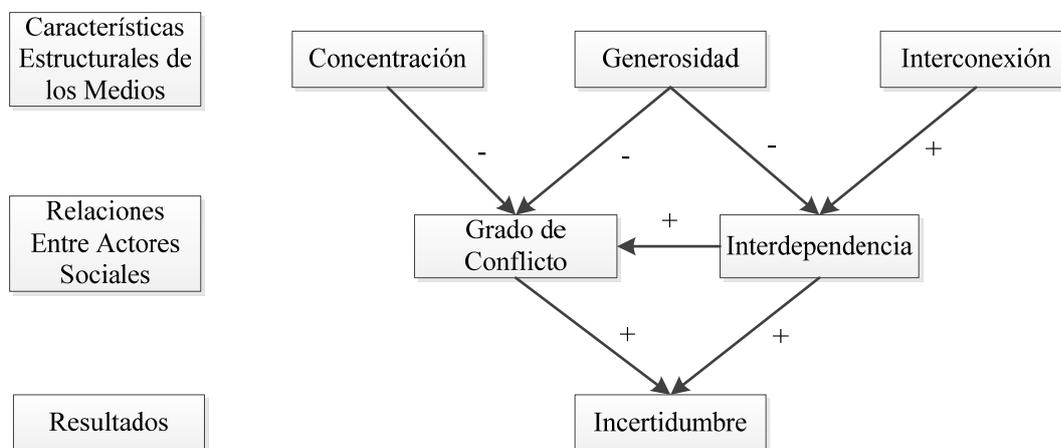


Figura 6: Las relaciones entre las dimensiones de los ambientes organizacionales. [Fuente: Pfeffer y Salancik, 2003; 68].

### ***a. Enfoque de la dependencia de recursos y la subcontratación de diseño de producto***

En el diseño del producto, algunas actividades de diseño son altamente interdependientes. Se presentan circunstancias donde, para poder realizar una actividad, se requiere información de otra o incluso la terminación de una tercera actividad. Se dice de dichas actividades que están acopladas y, si la estructura del intercambio de información no se puede prever de antemano, para llevarlas adelante, generalmente, requieren un intercambio iterativo de información y una resolución cooperativa (Loch y Terwiesch 1998; Thompson 1967).

La codificación explícita de las reglas de diseño permite la desintegración de actividades de diseño de los componentes (Ulrich et al., 2005). Cuando las reglas de diseño están totalmente definidas, los componentes o módulos se pueden subcontratar sin que sea necesario un elevado flujo de información entre las organizaciones. Consiguiendo con esto una interdependencia de comportamiento entre las dos organizaciones. En cambio, si las reglas de diseño no están completamente definidas, es necesario crear un flujo de información entre las organizaciones que permitan el intercambio interactivo y una resolución cooperativa de toma de decisiones. Teniendo con esto una interdependencia de resultados. Y finalmente, si la empresa deja que la definición de las reglas de diseño sea realizada completamente por el subcontratado se crea una dependencia entre las dos organizaciones (Sako, 2003).

### **2.2.5. Motivos para la subcontratación en la relación universidad-empresa**

La contribución de los conocimientos generados por la universidad no se limita a nuevos inventos e innovaciones radicales, también es relevante la contribución realizada en las últimas etapas del ciclo de innovación. Pero el deseo, por parte de las empresas, de generar innovaciones, patentes, licencias o spin-off promovidas por la transferencia de tecnología emergente, no reflejan necesariamente toda la gama de beneficios que se esperan. En algunos casos, solo cuenta una parte de la historia. (Perkmann et al., 2007)

El por qué las empresas subcontratan diseño de producto a las universidades se puede ver desde dos ópticas (Perkmann et al., 2007). Por un lado, el estar en contacto con las universidades les permite a las empresas acceder a ayudas públicas, lo cual les permite disminuir el coste del proyecto. Por otro lado, algunas empresas pueden ver que esta relación les permite acceder a conocimiento. Otros trabajos (Caloghirou et al., 2001; Feller 2005) muestran que las empresas buscan más el acceso a los estudiantes, obtener “ventanas” a las nuevas tecnologías y aumentar su base de conocimientos, que el desarrollar innovaciones específicas que sean comercializables.

Feller et al. (2002) señalan que las empresas participan en la relación universidad-empresa principalmente para acceder a conocimientos en lugar de productos y procesos específicos. También apuntan, la problemática de continuar con el apoyo económico por parte de la industria una vez finalizada la financiación con fondos públicos. Exponiendo esto, un cierto grado de “oportunismo” por parte de las empresas (Perkmann et al., 2007). Si bien, principalmente las empresas disfrutarán del beneficio no financiero, las universidades pueden mejorar sus conocimientos acerca de los contextos tecnológicos y los problemas dentro de las empresas, así como también de resultados de investigaciones realizadas previamente por las empresas (Schmoch 1999).

### **2.3. Subcontratación estratégica de diseño de producto**

En la literatura se encuentran diversas definiciones de subcontratación de desarrollo de producto. Anderson et al. (2008) utilizan el término *desarrollo distribuido de producto* para abarcar las distintas formas organizativas que permiten la colaboración entre organizaciones en el desarrollo de producto. Howells (1999; 111) define a la subcontratación como “la contratación por las empresas de servicios de investigación y técnicos que anteriormente se llevaban a cabo de forma interna, por lo general implica una relación contractual formal específica”. Según Rundquist (2008; 427), la subcontratación del desarrollo de producto se refiere a “el desarrollo de nuevos productos (bienes o servicios), donde todo -o la parte innovada- del proceso de desarrollo de producto se adquiere externamente, de acuerdo a un contrato realizado con unidades organizativas independientes de la empresa contratante”.

Baldwin y Clark (2000) expresan que una empresa puede subcontratar el diseño de un producto (sea todo el diseño o parte de éste) de dos formas distintas. Una forma es que la empresa solicita la realización de un diseño, perdiendo los derechos de

propiedad. En la otra forma, la empresa puede retener la propiedad de los derechos del diseño y subcontratar<sup>6</sup> a otra organización para que delegue a sus empleados la realización del diseño. Cada forma de colaboración tiene asociado distintos tipos de costes (Baldwin y Clark, 2000). En el primer tipo (transferencia de propiedad) pone en movimiento una transacción con Costes de Transacción. En el segundo tipo (subcontratación) crea una relación de agencia con Costes de Agencia.

Cuando se subcontrata diseño de producto existe un conocimiento (*learning by doing*) que queda en el subcontratado. Esto lleva una pérdida del conocimiento arquitectónico que puede, en un futuro, limitar la capacidad de la empresa a innovar (Sako, 2003). Por otra parte, Becker (2009) expresa que si se subcontrata un gran porcentaje<sup>7</sup> de diseño de producto se puede llegar a perder el control del producto.

Rudnquist et al. (2010) observan que, cuando se toman decisiones sobre la subcontratación de desarrollo de producto y a la hora de elegir un socio para llevarla a cabo, todos los resultados apoyan la argumentación que el conocimiento (en términos de la necesidad o de riesgo de drenaje) es el recurso clave. También encuentran que las mejores empresas (bien posicionadas en su sector, que presentan exitosos programas de desarrollo de producto y son prósperas en el mercado y finanzas) se centran en cuestiones referidas al conocimiento, en un grado más alto que el resto de las empresas. Mientras que para el resto de las empresas fueron más importantes cuestiones referidas al coste y la proximidad geográfica de la empresa subcontratada.

Para este trabajo se define la subcontratación estratégica de diseño de producto como:

---

<sup>6</sup> Baldwin y Clark (2000; 362) llaman *subcontracting* a este tipo de acción realizada por la empresa principal.

<sup>7</sup> Como ya se mencionó, en la industria del automóvil se considera “natural” una subcontratación del 50% del diseño y la ingeniería de componentes cuya tecnología está madura (p. ej. la pinza de freno) o dentro del ámbito de sus actividades (p. ej. hardware electrónico) (Zirpoli y Becker, 2011).

La realización por un tercero de actividades de diseño de producto de acuerdo a un contrato realizado con unidad/es organizativa/s independiente/s de la empresa contratante, donde la empresa contratante busca mantener o aumentar su conocimiento arquitectónico.

En una subcontratación estratégica de diseño de producto, se buscará obtener externamente las capacidades que no posee la empresa. Considerando que, si bien se tiene acceso a una capacidad minimizando la inversión, pueden existir problemas de fuga de conocimiento, pérdida de control del producto y dependencia de proveedores.

#### **2.4. A modo de síntesis**

En la primera parte de este capítulo, se abordó el tema de la subcontratación como un tipo de colaboración entre organizaciones. Desde el punto de vista de sus características, la subcontratación posee una asimetría coordinativa con una formalización burocrática. Con respecto la relación universidad-empresa, en nuestro caso en particular, la empresa subcontrata a la universidad la realización de diseño de producto. Este vínculo entre la universidad y la empresa se caracteriza como un *servicio de investigación* con un alto grado de relación, del tipo *consultaría académica*, donde se aprovechan conocimientos especializados existentes. En lo que respecta a los acuerdos, se identifican por ser acuerdos formales con centros de las universidades que trabajan unidades semiautónomas.

La descripción de teorías con visiones económicas y estratégicas, permitió analizar costes, problemas y beneficios de la subcontratación de diseño de producto. El acceso a ayudas y a conocimiento son las mayores contribuciones que buscan las empresas que colaboran con universidades. Por su parte las universidades, al participar en esta relación pueden mejorar sus conocimientos acerca de los contextos tecnológicos y los problemas dentro de las empresas.

Con respecto a esto, podemos decir que en una subcontratación estratégica de diseño de producto la empresa busca obtener por medio de un tercero las

capacidades que no posee, pero que a su vez le permitan crecer en el conocimiento arquitectónico del producto. Teniendo en cuenta que, si bien se tiene acceso a una capacidad minimizando la inversión, pueden existir problemas de fuga de conocimiento, pérdida de control del producto y dependencia de proveedores.



# **CAPÍTULO 3 - INTEGRACIÓN DE CONOCIMIENTO EN EL DISEÑO DE PRODUCTO**

Las empresas son organizaciones llamadas a ser el lugar donde se lleva a cabo la integración de conocimiento (Grant, 1996a). La integración del conocimiento, es necesaria realizarla cuando el conocimiento se encuentra especializado y disperso entre las personas que forman parte de la organización u organizaciones que colaboran. Morris y Empson (1998; 613) definen al conocimiento “como la información que los profesionales adquieren mediante la experiencia y formación, junto con el juicio que se desarrollan con el tiempo que les permite implementar dicha información de manera eficaz... Por lo tanto, el conocimiento no se limita a la experiencia basada en la técnica o el producto, también puede ser el conocimiento de los clientes o de industrias y la forma en que operan. A su vez, el conocimiento adquiere formas particulares que se acumulan con el tiempo en función de la evolución histórica de la empresa.”

## **3.1. Integración de conocimiento en las colaboraciones**

Grant (1996b), adopta una perspectiva sobre integración de conocimiento donde concepto de integración del conocimiento va más allá del intercambiar conocimientos. En palabras de Grant (1996b; 114) “... la transferencia de conocimiento no es un método eficaz para la integración de conocimiento. Si la

producción requiere la integración de conocimientos de muchos especialistas, la clave de la eficiencia es lograr una integración efectiva mientras se reduce al mínimo la transferencia de conocimientos a través de un aprendizaje cruzado por miembros de la organización.”. Por consiguiente, la integración del conocimiento está relacionada con la forma en que las diferentes fuentes de conocimiento se integran y su éxito no depende exclusivamente del intercambio de conocimientos. Es más, Schmickl y Kieser (2008; 1148) expresan que “el aprendizaje cruzado intensivo entre los especialistas es un gasto considerable de tiempo y esfuerzo y, por tanto, ineficaz... [y] que la integración de los conocimientos de los especialistas se logra a través de mecanismos estructurales que reducen significativamente la necesidad de un aprendizaje cruzado”.

Tomando esto como referencia, Enberg (2007; 10) define la integración del conocimiento como “un proceso orientado a objetivos con el fin de aprovechar las complementariedades de conocimiento que existen entre los individuos que poseen bases de conocimiento diferenciados”. Esta definición muestra la necesidad de comunicar y compartir conocimiento, que se encuentra en la literatura sobre desarrollo de productos.

Para llevar a cabo la integración del conocimiento es necesario el establecimiento de una forma de interacción, es decir “un patrón de interrelaciones atento a las acciones [...] en la que los actores del sistema construyan sus acciones (las contribuciones), entendiendo que el sistema consiste en acciones vinculadas por ellos mismos y otros (representación), e interrelacionar sus acciones dentro del sistema (subordinación)” (Weick y Roberts, 1993; 357). Grant et al. (2004) argumentan que la ventaja primaria de las colaboraciones, sobre las jerarquías y sobre los mercados, es en el acceso a conocimiento y no tanto la adquisición de conocimiento.

Para realizar esta adquisición de conocimiento se ha identificado como de importancia crítica el solapamiento de conocimiento entre las organizaciones, especialmente cuando la empresa actúa como integradora del producto (Brusoni y Prencipe, 2001; Brusoni et al., 2001 y Prencipe, 1997). Esta necesidad de

duplicación de conocimientos entre las organizaciones que forman parte de la colaboración significa que una cuestión clave para la eficacia de las colaboraciones, en relación con las distintas organizaciones, es la cantidad necesaria de conocimientos comunes para la eficaz integración de conocimientos (Grant et al., 2004).

### **3.2. Integración de conocimiento en el diseño de producto**

Baldwin y Clark (2000; 5) expresan que la complejidad se encuentra presente en diversos productos, “marcados por la participación de muchas partes, aspectos, detalles, conceptos, y que exigen estudio serio o un examen para comprender o afrontar”. Cuando pasamos del diseño de productos simples a producto complejos nos encontramos con dos cuestiones importantes:

- Que un producto ya no puede no ser *realizado* por una sola persona.
- Que un producto ya no puede no ser *comprendido* por una sola persona.

Para poder sortear el primer punto se requiere una división del trabajo, en cambio para el segundo requiere una división del conocimiento y esfuerzo que permita la creación de un diseño. En lo que respecta al diseño de producto, el gran desafío para los equipos multidisciplinares es el acceso a un amplio y profundo conocimiento funcional referente al producto y luego integrar todo ese conocimiento (Grant, 1996a). Para llevar a cabo esta integración de conocimiento, se utiliza una variedad de mecanismos. En el apartado siguiente se presentan un listado de estos mecanismos, remarcando sus distintas características y capacidades.

### **3.3. Tareas de diseño**

Baldwin y Clark (2000) definen el diseño de un producto como una descripción completa de su estructura de diseño (lo que es y cómo es construido) y sus funciones (lo que se hace, para qué sirve). Dicha estructura de diseño, comprende

una lista de parámetros de diseño y la interdependencia física y lógica que hay entre ellos. Estos parámetros de diseño representan las distintas dimensiones que puede tomar un diseño (peso, material, ancho, con tapa o sin ella, etc.). Si bien estas dimensiones se van definiendo a lo largo del diseño, los diseñadores necesitan preestablecer una serie de parámetros con el fin de delimitar el diseño (p. ej. construcción electro soldada o fundición, módulos, tipos de interfaces, etc.). De la delimitación o fijación de los parámetros de diseño nacen las reglas de diseño.

### **3.3.1. Parámetros de Diseño**

El diseño de un producto es una suma de definiciones de parámetros de diseño (espesor de un material, números de tornillo en una unión, etc.). Puede ser que, en un comienzo del diseño no se tengan todos los datos necesarios para poder delimitar los parámetros de diseño. Cada una de las tareas de diseño, tienen como fin delimitar cada uno de esos parámetros de diseño dentro de un campo de trabajo, creando de esta forma parámetros fijos (Baldwin y Clark, 2000).

Algunos de los parámetros de diseño tienen la particularidad de presentar relaciones entre ellos. Por un lado, se tiene las relaciones debidas a la concatenación de definiciones. Es decir, hasta que no está definido un parámetro no se puede establecer el campo de trabajo del siguiente parámetro. Por otro lado, están las relaciones debidas a la optimización integral del producto<sup>8</sup>. Donde, la interrelación existente entre parámetros hace que, para obtener una solución global eficiente sea necesario considerar una definición conjunta de todos los parámetros involucrados.

Si existiera total libertad durante la definición de los parámetros de diseño en productos complejos (gran cantidad de relaciones entre los parámetros), sería caótico y muy ineficiente. Esto conllevaría a un coste y un consumo de tiempo para

---

<sup>8</sup> Riba (2002) le llama a estos *parámetros críticos*, los cuales responden a las funciones críticas de las especificaciones del producto o las funciones técnicas de la solución conceptual.

poder resolver los conflictos y analizar las ventajas y desventajas. Para minimizar esto, se fijan parámetros haciendo que el diseño tome determinadas vías que respondan a la estrategia de empresa. Estos parámetros fijados son las llamadas *reglas de diseño* (Baldwin y Clark, 2000).

### **3.3.2. Reglas de diseño**

Las reglas de diseño “... son principios que definen cómo funciona un artefacto, lo que hace y cómo tendría que fabricarse. Éstas asignan funciones, identifican principios operativos centrales para cada componente y establecer interfaces entre éstos.” (Brusoni y Prencipe, 2006). Las reglas de diseño no son guías o recomendaciones, ellas se deben cumplir estrictamente.

En el comienzo del proyecto, las reglas de diseño suelen estar vagamente definidas, pues el conocimiento acerca de las interdependencias entre parámetros de diseño es usualmente imperfecto (Baldwin y Clark, 2000). Y es durante el desarrollo del proyecto, donde se termina de establecer el conjunto de reglas de diseño.

Cuando las propiedades del sistema y su diseño comienzan a ser comprendidas, las reglas de diseño tienden a ser más completas. Este proceso lleva tiempo porque todas las decisiones necesitan estar basadas en el conocimiento obtenido por la experiencia con diseños previos o la comprensión científica de las interdependencias de parámetros subyacentes. El trabajo de fijación de reglas de diseño, requiere una perspectiva amplia e integradora de los clientes, los competidores, la tecnología, las capacidades y las estrategias de la empresa (Wheelright y Clark, 1995). Para llevar a cabo las decisiones que llevan a establecer las reglas de diseño se estudian las ventajas y desventajas de tomar distintos caminos.

Convertir un parámetro de diseño ordinario en una regla de diseño implica costes y beneficios (Baldwin y Clark, 2000). El lado positivo de esto, es que habría una ganancia en la eficiencia a través de la eliminación de ciclos en el proceso de diseño. El lado negativo es que, restringiendo la búsqueda se perdería la capacidad

de explorar partes del espacio de diseño que podrían llevar a un diseño superior y el coste de haber impuesto esa regla de diseño será alto. Una vez que están establecidas las reglas de diseño es relativamente costoso y difícil cambiarlas. Si se impone una regla de diseño sin tener conocimiento de las interdependencias subyacentes puede llevar al diseño hacia la falla.

#### ***a. Carácter de las Reglas de Diseño***

Vamos a considerar dos formas de reglas de diseño, las cuales llamaremos dinámicas y estáticas. Las reglas de diseño dinámicas son la que se van concretando a lo largo del diseño y son propias de diseño que se está realizando. El carácter dinámico de las reglas de diseño se debe a la falta de información y conocimientos al comienzo del diseño, que lleva a no poder definir todas las reglas al comienzo del diseño. O, si se habían definido, a medida que se avanza en el diseño, se va ganando en información y conocimiento, y esto puede crear la necesidad de modificación de reglas de diseño fijadas al comienzo o durante el diseño. Este carácter dinámico, es debido a la falta de comprobación sobre su viabilidad en el momento de su definición. Es decir, hace falta comprobar si la limitación que se les impone a determinados parámetros de diseño es factible y compatible con las otras reglas de diseño. Una vez realizada esta comprobación pasa de ser una regla de diseño dinámica a una estática.

Por otro lado, las reglas de diseño estáticas son las que limitan el campo de los parámetros de diseño pero su definición puede ser externa al diseño que se está realizando (p. ej. un criterio que unifica transversalmente distintos productos de la empresa) o la fijación de una regla de diseño dinámica. Una vez las reglas de diseño dinámicas pasan a estar fijas se convierten en reglas de diseño estáticas.

Puede darse el camino inverso, que una regla estática pase a ser dinámica debido, por ejemplo, a una incompatibilidad entre parámetros de diseño (p. ej. se pensaba utilizar un tipo determinado de material en un eje pero, según los cálculos, el eje tendría un diámetro que impide la utilización de un tipo determinado de rodamiento.

Por lo tanto, las dos reglas de diseño (tipo de material del eje y tipo de rodamiento) son incompatibles.

### ***b. Tipos de Reglas de Diseño***

Según Baldwin y Clark (2000), las reglas de diseño deben satisfacer plenamente las siguientes categorías de información de diseño: la definición de la arquitectura de producto, la especificación de las interfaces y el establecimiento de protocolos de integración y ensayos (ver Figura 7).

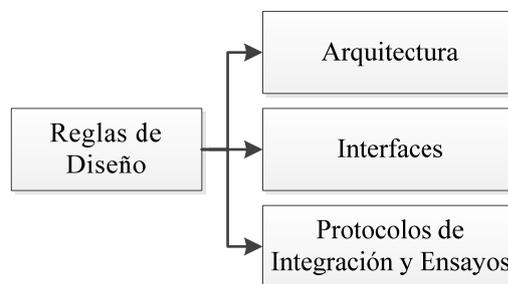


Figura 7: Elementos que conforman las reglas de diseño según Baldwin y Clark (2000). [Elaboración propia]

- *Arquitectura de producto*

Ulrich (1995) define a la arquitectura de producto como “el esquema por medio del cual los elementos funcionales de un producto son distribuidos dentro de módulos físicos y por medio del cual los módulos interactúan”. Maury et al. (2006) la definen como “conjunto de reglas y principios de estructuración de sus elementos y sus relaciones con miras de conseguir ventajas competitivas en cualquiera de las distintas etapas del ciclo de vida del producto”.

- *Interfaces*

Ulrich (1995; 421) expresa que “los componentes que interactúan están conectados por alguna interfaz física. Las interfaces pueden implicar conexiones geométricas entre dos componentes, como con un engranaje en un eje, o puede implicar interacciones de no contacto, como con el enlace de comunicación por infrarrojos entre un control remoto y un aparato de televisión.”

La especificación de una interface es el establecimiento de un protocolo, para las principales interacciones entre los componentes, y una geometría física. Tanto los protocolos y/o las geometrías físicas pueden ser estándar o propio de cada fabricante.

Un tema asociado a las interfaces y la subcontratación de diseño de producto es la relación que existe entre las interfaces y las interacciones de los equipos de trabajo. Sosa et al. (2003) encuentran, en una proporción estadísticamente significativa, la existencia de interacciones imprevistas de los equipos que diseñan sistemas modulares. Y llegan a la conclusión que estas interacciones entre los equipos de trabajo representan interfaces no reconocidas de diseño. Esto se presenta más dificultoso en los diseños modulares que en los diseños integrales.

- *Protocolos de integración y normas de ensayo*

Los protocolos y normas de ensayo son procedimientos que permitirían a los diseñadores ensamblar el sistema y determinar que tan bien trabaja, si un módulo particular cumple con las reglas de diseño y cómo una versión de un módulo tiene mejor rendimiento que otra (Baldwin y Clark, 2000). Los ensayos de los módulos tienen un efecto económico importante. Estos dan soporte a los contratos, si no podemos ensayar no sabemos que estamos comprando o vendiendo.

Pero, atendiendo a la definición de Brusoni y Prencipe (2006) expresada anteriormente, se deben agregar otros tipos de reglas de diseño. A continuación, ampliando el listado propuesto por Baldwin y Clark (2000), se describen otros tipos de reglas de diseño:

- *Reglas Transversales:* Son las establecidas dentro de la empresa y son utilizadas para el diseño de distintos productos (p. ej. para el diseño solo se puede utilizar chapas de determinados espesores, determinado diseño de retenes, etc.).
- *Reglas Tecnológicas:* Vienen definidas por la tecnología de fabricación utilizada, por ejemplo DFM (Ulrich et al., 2005).

- *Diseños Legados*: Son reglas que vienen de productos existentes. Esto se puede deber a la necesaria compatibilidad entre productos/módulos (Baldwin y Clark, 2000) o a un “diseño dominante” (Abernathy, 1978; en Baldwin y Clark, 2000).
- Normativa: Compuesta por la reglamentación interna o externa a la empresa que se debe seguir o a que se deben ajustar los diseños. Por parte de la reglamentación interna, se pueden encontrar las *normas* internas de validación de producto, normas internas de cálculos, etc. Por parte de la reglamentación externa, encontramos normativas sobre interfaces, normativa de seguridad, etc.
- *Diseño Conceptual*: Es una descripción aproximada de la tecnología, los principios de funcionamiento y la forma del producto (Ulrich y Eppinger, 2004).
- *Especificaciones*: “La especificación del producto es la manifestación explícita del conjunto de determinaciones, características o prestaciones que debe guiar su diseño y desarrollo.” (Riba, 2002; 85).

### ***c. Naturaleza del conocimiento en las tareas de diseño***

Para poder llevar adelante el diseño de productos, que contienen diversos componentes y utilizan distintas tecnologías, se lleva a cabo una compleja interacción entre distintas fuentes de conocimientos (Aoshima, 2002; Iansiti 1998).

Henderson y Clark (1990; 11) presentan dos tipos de conocimientos utilizados en el desarrollo de producto, haciendo hincapié en “[l]a distinción entre el producto como un sistema y el producto como un conjunto de componentes subraya la idea de que el éxito en el desarrollo de productos requiere dos tipos de conocimientos. Primero, requiere los *conocimientos de componente*, o conocimientos acerca de cada uno de los conceptos de diseño básicos y la forma en que se implementan en un componente particular. En segundo lugar, se requieren el *conocimiento arquitectónico* o el conocimiento sobre las formas en que los componentes están integrados y unidos en un todo coherente”. Según Baldwin (2010; 3), el *conocimiento arquitectónico* “incluye el conocimiento acerca de (1) cómo el sistema realiza sus funciones (la asignación de funciones a los componentes), (2) cómo los

componentes están unidos entre sí (las interfaces), y (3) el comportamiento del sistema, previsto o no, en diferentes ambientes (las modalidades de rendimiento)”.

El conocimiento de componentes proviene de distintas especialidades técnicas y científicas y es el requerido para realizar la definición de los parámetros de diseño. Dichos conocimientos tienden a ser generalizables e independientes del producto donde se está aplicando (Aoshima, 2002).

Henderson y Clark (1990; 28) expresan que “aprender acerca de los cambios en la arquitectura del producto es poco probable que se produzca de forma natural. Aprender acerca de los cambios en la arquitectura —sobre nuevas interacciones de los componentes (y a menudo a través de fronteras funcionales) — por lo tanto, puede requerir explícita dirección y atención”. El conocimiento del sistema es el conocimiento eminentemente práctico y no es fácil de compartir (Henderson and Clark, 1990). La incertidumbre en las innovaciones arquitectónicas no es tanto sobre novedades tecnológicas, sino sobre cuál es la mejor forma de fijar los diferentes componentes, módulos y subsistemas de modo tal que trabajen juntos en un nuevo producto (Wolter et al., 2008).

### **3.4. Mecanismos de Integración de Conocimiento**

Un mecanismo de puede considerar “como una ‘fuerza motriz’, que trabajan en favor de la integración del conocimiento —un facilitador de la integración del conocimiento.” (Enberg, 2007; 10). Por consiguiente, un mecanismo se considera como “un facilitador de la integración del conocimiento, definido como los *procesos* de interrelación orientado a los objetivos con el fin de beneficiarse de la complementariedad de conocimientos existentes entre los individuos con diferentes bases de conocimiento” (Enberg, 2007; 12). El conocimiento explícito presenta, debido a su articulación, pocos problemas para su integración. La posibilidad de poder codificar, comunicar, asimilar, almacenar y recuperar, juntamente con los avances en tecnologías de información, hace que sea fácil su integración (Grant,

1996a). En cambio, para poder realizar una integración efectiva de conocimientos tácitos se sugieren dos formas de poder hacerlo (Rundquist, 2009):

- Pasando de un conocimiento tácito a uno explícito creando documentos, bases de datos o reglas.
- La personalización (tácito a tácito) permite llevar a cabo la integración de conocimiento si no se puede realizar la codificación.

En primero de los enfoque expresa confianza la utilización de mecanismos estructurales para poder realizar la integración de conocimiento y que resta importancia a la necesidad de comunicación e intercambio de conocimientos. En cambio, el otro enfoque, hace hincapié en la necesidad de utilizar mecanismos basados en una comunicación frecuente y en el intercambio de conocimiento.

Con respecto a los mecanismos de integración de conocimiento y la relación entre los utilizados dentro y entre organizaciones, Grandori (2001; 396) expresa que los mecanismos de integración de conocimiento utilizados en las empresas “pueden ser ampliamente utilizados para sostener la colaboración entre empresas”.

Grant (1996b) identifica cuatro mecanismos que permiten la integración de conocimiento especializado de los individuos. Estos son reglas y directrices, secuenciación, rutinas y grupo de resolución de problemas y toma de decisiones. Con el fin de agrupar diversos mecanismos que se sugieren en la literatura, a continuación se desarrollaran estos mecanismos en forma de marco de clasificación.

### **3.4.1. Reglas y directrices**

Comprenden planes, programas, previsiones, normas, procedimientos, información estandarizada y sistemas de comunicación. Estas herramientas tiene la particularidad de permitir una la comunicación a bajo coste y de convertir el conocimiento tácito en conocimiento explícito fácilmente comprensible. Este mecanismo permite que los especialistas puedan integrar su conocimiento y reducir al mínimo la interacción entre personas. Schmickl y Kieser (2008), encontraron que la modularidad y los prototipos permiten una integración eficiente de conocimiento

de especialistas, reduciendo significativamente la necesidad de un aprendizaje cruzado.

#### *a. Modularidad*

Existen diversas definiciones de la modularidad (Campagnolo y Camuffo, 2010). Baldwin y Clark (2000), describen a la modularidad como un esquema de descomposición donde se busca la independencia entre los módulos. Esto se logra confinando las interdependencias dentro de los límites los módulos y la interacción, entre módulos, a interfaces estandarizadas. Por otra parte, Ulrich (1995; 422) en su definición sobre modularidad, expresa que las arquitecturas son modulares si “hay una relación uno-a-uno desde los elementos funcionales a los componentes físicos del producto, y se especifica interfaces desacopladas entre los componentes”. Esto les da a los diseñadores reglas de diseño que permiten, reduciendo la necesidad de un aprendizaje cruzado, integrar conocimiento con otros diseñadores de otra parte del producto.

Las arquitecturas modulares ayudan manipular, dirigir y optimizar sus cambios, su variedad, su rendimiento, su fabricación y la estandarización de componentes (Ulrich, 1995). Estas arquitecturas permiten el trabajo en paralelo de equipos gracias a las limitaciones en la coordinación de tareas.

Fixson (2002), expresa que el concepto de modularidad se puede analizar desde tres perspectivas diferentes: sistema, jerarquía y ciclo de vida (ver Figura 8).

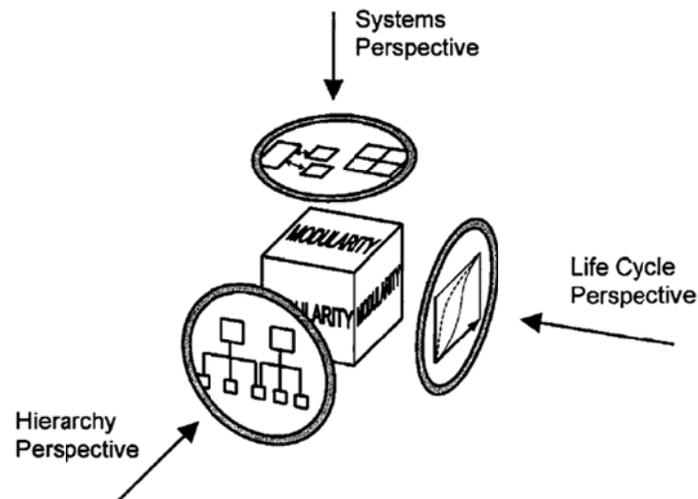


Figura 8: Tres perspectivas de la modularidad [Fixson, 2002; 27]

- *Perspectiva del sistema:* Se lo ve al producto como un sistema que posee elementos y relaciones entre estos elementos. Este análisis nos permite ver al producto como conjunto de elementos intercambiables y ver cómo la modularidad es descrita.
- *Perspectiva de la jerarquía:* Se sigue esta perspectiva cuando se busca con la modularidad del producto dar respuestas a necesidades desde el punto de vista técnico o desde el punto de vista comercial.
- *Perspectiva del ciclo de vida:* Haciendo referencia a las distintas fases del ciclo de vida de un producto, lo que se busca con esta visión es optimizar el producto para las etapas que se desee. Hay que tener en cuenta que el perfeccionar el comportamiento del producto para una fase puede perjudicar a otra.

### ***b. Prototipos***

Permiten a los especialistas centrarse en las interfaces que no funcionan, las interacciones no contempladas y las interacciones no deseadas, limitando las necesidades de intercambio de conocimientos (Schmickl y Kieser, 2008). Esta forma de limitar el intercambio de conocimiento es debido a “reglas de comportamiento no previstas”, que son “impuestas” por el mismo funcionamiento del producto.

### **3.4.2. Secuenciación**

La coordinación se realiza por medio de una secuenciación continua de actividades interdependientes. Dentro de la ingeniería concurrente, Loch y Terwiesch (2008) clasifican a ésta secuenciación como estática o dinámica. En tareas con secuenciación estática, la información necesaria para realizar la siguiente tarea está definida y es estable. Por el contrario, las tareas con secuenciación dinámica necesitan un intercambio de información entre las tareas, tanto en el inicio como durante su realización.

### **3.4.3. Rutinas**

Proporcionan “un mecanismo de coordinación que no depende de la necesidad de comunicación de conocimiento en forma explícita” (Grant, 1996a; 379). Las “rutinas son el análogo organizacional de hábitos individuales” (Hodgson, 2008). Estas pueden ser secuencias simples pero, a su vez, ser capaces de permitir un alto nivel de simultaneidad de actividades individuales y secuenciaciones variadas de interacciones. “Consisten de patrones de comportamiento que son ejecutados de una manera automática, como respuesta a un estímulo particular. Así, las rutinas se pueden ejecutar sin la dependencia de la comunicación verbal” (Enberg, 2007; 29).

### **3.4.4. Equipos de resolución de problemas y de toma de decisiones**

Los mecanismos mencionados hasta ahora, buscan evitar costes de comunicación y el aprendizaje. En cambio, cuando aumenta con la complejidad y la incertidumbre de la tarea se utilizan los equipos de trabajo. En una estrecha colaboración y comunicación, por medio de reuniones programadas y no programadas, los equipos de trabajo permiten integrar el conocimiento y alcanzar el consenso en la toma de decisiones entre los integrantes del grupo. Su utilización es sugerida en tareas inusuales, complejas e importantes debido a los altos costos asociados (Grant, 1996b).

En este mecanismo se puede agrupar las relaciones laterales que poseen un rol integrador (Gralbraith, 1977). En las relaciones inter-organizaciones se utilizan diversos mecanismos que permiten aumentar la capacidad de procesar información por medio de una implicación directa de personal (Davis-Blake et al., 2009; Parker y Anderson, 2002):

- El personal dedicado, es la asignación de personal de una de las organizaciones a la otra (colocación).
- Boundary-spanner, cuya función es facilitar el intercambio de información apropiada entre las organizaciones.
- El integrador de sistemas, cuyo papel es facilitar el intercambio de información apropiada entre las organizaciones, pero a su vez actúa también como arquitecto de producto.

#### ***a. Arquitecto de producto***

La tarea de establecer el rendimiento de la integración tiene que ser reconocido como una labor fundamental de organización y debe estar integrada en la estructura de la empresa (Zirpoli y Becker, 2011). Como Brusoni y Prencipe (2006) han señalado, esta tarea requiere recursos y alguien responsable que la lleve a cabo.

Enberg (2010) encuentra que, en proyectos de desarrollo de producto donde se llevaba a cabo *generación de conocimiento* la toma de decisiones es realizada por el que llama *equipo segregado*. El cual está formado por los miembros del proyecto más experimentados que actúan como un sub-equipo dentro del equipo de trabajo del proyecto. Baldwin y Clark (2000; 68) expresan que, para la realización de productos modulares existe “una clase especial de diseñador (o equipo) llamado arquitecto [de producto]” cuyo trabajo es la definición de las reglas de diseño. El arquitecto de producto es quien realiza el papel de árbitro para amalgamar los deseos, los requerimientos y las limitaciones que tiene el producto en su ciclo de vida (Rechtin, 1991). Una de las funciones principales del arquitecto de producto es lograr unir la estrategia de la empresa con las restricciones externas (normativas, clientes, proveedores, etc.). Maier et al. (2000) sostienen que el arquitecto de producto sería como un nodo central al cual fluye toda la información del ciclo de

vida del producto. Con esa información genera los requisitos de más alto nivel del producto y vela para que estos requerimientos se mantengan durante el resto del proceso de desarrollo del ese producto.

### **3.5. Sistemas control de gestión y la integración de conocimiento**

Desde el punto de vista organizacional, existe evidencia de la importancia del control en el desarrollo de productos. Brown y Eisenhardt (1995) ponen de manifiesto que, para un mejor rendimiento en los proyectos y productos efectivos es importante el control sutil por parte de la gerencia. Investigaciones recientes sobre sistemas de control de gestión en el proceso de desarrollo de producto, han demostrado su importancia como elemento que permite disminuir la incertidumbre (Dávila, 2000; Dávila, 2009), “ayudan a coordinar actividades y, por otro lado, fomentar un modo específico de integración de conocimiento.” (Ditillo, 2004; 416). Hay que destacar que Dávila et al. (2005) han encontrado una relación entre la importancia que tienen los colaboradores en el desarrollo del producto y el nivel de formalización de los sistemas de control de gestión.

#### **3.5.1. Sistemas de Control de gestión**

El Control de gestión y los mecanismos de control son entendidos como una amplia gama de modalidades de organización y reflejan una rica discusión de la teoría de control de gestión desde los ‘70 hasta la actualidad (p. ej. Ouchi, 1979). El control se utiliza para diversos fines, como pueden ser, garantizar la aplicación de la estrategia (Anthony, 1988; Ouchi, 1979), influir en la dirección y el comportamiento de los empleados (Jaworski, 1988), mejorar el aprendizaje y la coordinación (Dávila, 1997), para garantizar la renovación estratégica (Simons, 1995) y coordinar y fomentar la integración de conocimiento (Ditillo, 2004).

Por su parte, Simons (1995; 5) define que los *sistemas de control de gestión* “...son las rutinas y procedimientos formales basados en la información que utilizan los gestores para mantener o alterar patrones en las actividades de la organización.”.

Según Dávila (1997), los sistemas de control de gestión tienen dos papeles principales: reducir el problema de divergencia de objetivos (Ouchi, 1979) y mejorar el aprendizaje y la coordinación, (Figura 9). El primero es como una herramienta que nos permite reducir el problema de divergencia de los objetivos de los miembros con los objetivos de la organización. La falta de alineación de objetivos puede llevar a acciones disfuncionales perjudiciales para la organización. “Los sistemas de control son herramientas eficaces para alinear objetivos y limitar el daño de las acciones no deseadas” (Dávila, 1997; 1). Merchant (1982) expresa que, el problema básico que busca solucionar el control en una empresa es el impacto que puede tener la posible diferencia entre los objetivos personales y los de la empresa. Y establece que para resolver el problema de control, es necesaria la solución de tres temas centrales: dirección (el conocimiento de las metas y los indicadores clave), la motivación (el compromiso con tales objetivos) y las limitaciones personales (dependencia de la competencia necesaria).

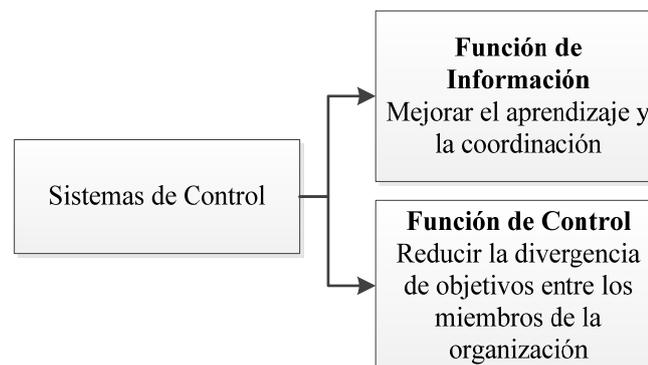


Figura 9: Las dos funciones de los sistemas de control de gestión. [Fuente: Dávila, 1997; 1].

El segundo papel de los sistemas de control es proporcionar información para hacer frente a la incertidumbre (Dávila, 2000 y Simons, 1995). Esta interpretación ve al control como una “infraestructura de información” de la organización, que

suministra la información que necesitan los gerentes para actualizar sus creencias y decidir (Dávila, 1997).

Ditillo (2004; 403) explora nuevas dimensiones del impacto de la incertidumbre en los sistemas de control de gestión, expresando que “uno de los papeles más relevantes de los sistemas de control de gestión es coordinar actividades por medio de la integración de distintas fuentes de conocimientos, en lugar de simplemente limitarse a proveer información para hacer frente a la incertidumbre o reducir la divergencia de metas”. Por consiguiente, en actividades intensivas en conocimiento, los sistemas de control de gestión deben estar diseñados para coordinar e integrar conocimiento al mismo tiempo.

### ***Tipos de sistemas de control de gestión***

Simons (1994, 1995) clasifica a los sistemas de control en cuatro tipos los cuales, utilizando mecanismos de control formales específicos, pueden servir a diferentes propósitos estratégicos.

Según la definición expuesta anteriormente de Simons (1995; 5) sobre los sistemas de control de gestión se pueden observar varios aspectos importantes. Por un lado, “la utilización de rutinas y procedimientos formales, como los planes, presupuestos y sistemas de control de cuota de mercado, incluyendo los procesos informales que afectan el comportamiento”. Por otro lado, la utilización que hacen los gerentes de los sistemas de control de gestión “para indicar el dominio en el que los subordinados deben buscar oportunidades para comunicar los planes y metas, para supervisar el cumplimiento de los planes y objetivos, y para mantenerse informado e informar a otros de los nuevos acontecimientos” (Figura 10).



Figura 10: Necesidades de información de los altos directivos en la implementación de la estrategia.  
[Fuente: Simons, 1995; 6]

Esta clasificación que realiza Simons (1995) comprende: los sistemas de creencias y de límites (para enmarcar el dominio estratégico) y sistemas de medición y feedback (se utilizan para monitorear y elaborar estrategia) compuestos por sistemas de control de diagnóstico y sistemas interactivos de control.

Los cuatro tipos de sistemas de control son (Simons, 1995):

- *Sistemas de creencias*: El propósito principal de un sistema de creencias es inspirar y guiar a la organización en la búsqueda y el descubrimiento de nuevas formas de crear valor. Los sistemas de creencias intentan transmitir información sobre los valores centrales, vinculados a la estrategia de la empresa. Es decir, cómo la organización crea valor, el nivel de rendimiento deseado y cómo se desea que se gestionen las relaciones internas y externas. Los sistemas de creencias permiten que, mientras las empresas se mueven en un mundo complejo (alianzas estratégicas, rápidos cambios en la información y la tecnología, etc.), las personas comprendan el propósito y dirección de la organización, creando valores básicos con el fin de proveer estabilidad organizacional.
- *Sistemas de límites*: Son utilizados para delimitar la zona de creatividad individual dentro de los límites estratégicos de la empresa, cuando una excesiva búsqueda y/o experimentación pueden llevar a derrochar recursos de la empresa. Se busca alinear la búsqueda de oportunidades con las

estrategias de la empresa. La redefinición de los límites estratégicos debe ser lo suficientemente flexibles, de modo tal que los sistemas de límites no dificulten la adaptación al cambio de producto, mercado, tecnología, y las condiciones ambientales.

- *Sistemas de control de diagnóstico*: Se refieren al control burocrático tradicional de retroalimentación, que se utiliza para monitorear resultados de la organización, corregir desviaciones y otorgar incentivos por el logro de objetivos. Permitiendo la asignación eficaz de recursos y proporciona la motivación para alinear la acción conectiva. Esto se utiliza cuando los estándares de desempeño pueden ser programados, los resultados se pueden medir, la información de retroalimentación puede ser utilizada para influir o corregir las desviaciones de la norma, o el proceso o los resultados son una variable crítica de rendimiento.
- *Sistemas interactivos de control*: Cuando las incertidumbres estratégicas requieren la búsqueda de un cambio disruptivo y oportunidades, los gerentes, o grupos de personal actúan como facilitadores, utilizan estos sistemas de control con el fin de involucrarse regular y personalmente en las actividades de decisión de los subordinados. Esto permite llamar la atención sobre las incertidumbres estratégicas de la organización, responder a las oportunidades y las amenazas percibidas, estimular el aprendizaje organizacional, guiar las aportaciones a la innovación y provocar la aparición de nuevas iniciativas y estrategias. Para llevar a cabo esto, los gerentes, o grupos de personal actúan como facilitadores, participan activamente en reuniones con los subordinados, buscando asegurarse el foco de atención de la organización, desafiando y debatiendo los datos, las hipótesis y los planes de acción.

### **3.5.2. Sistemas de Control en la subcontratación**

Mucho se ha avanzado en investigación, teórica y empírica, sobre el control en la subcontratación. Pero la ausencia de una clara autoridad superior en este tipo de colaboración, hace que la naturaleza de los sistemas de control de gestión sean bastante problemática (Berry et al., 2009). Dekker (2004), traslada el principal propósito del control en una gobernanza de jerarquía a las relaciones híbridas entre organizaciones. Considera que el primer propósito del control es “crea[r] las condiciones que motivan a los socios en una relación inter-organizacional a realizar

resultados deseados o determinados” y su segundo propósito es “la coordinación de tareas interdependientes entre los socios” (Dekker, 2004; 29-30).

Caglio y Ditillo (2008a), en una revisión sobre el control de gestión en las colaboraciones inter-organizativas, observan que las contribuciones a este tema se direccionaron hacia soluciones de control (p. ej. modelos ideales de control, mecanismos específicos de control y controles basados en costes y contabilidad). Esto “ha puesto de manifiesto determinadas limitaciones, y revelado que las conclusiones y resultados tienden a ser independientes y sólo se superponen en parte” (Caglio y Ditillo, 2008a; 890). Para promover el progreso del área, proponen un cambio en la focalización, pasar de “soluciones de control” hacia “problemas de control”. Estos problemas de control en la subcontratación, al igual que el resto de las relaciones entre organizaciones, son de: cooperación, coordinación y apropiación. Esto concuerda con Dekker (2004), sobre la necesidad de no limitar el problema de control en las relaciones de subcontratación a la apropiación que se puede generar debido a una actuación oportunista del proveedor.

### **3.5.3. Sistemas de Control de Gestión en el Diseño de Producto**

Akroyd et al. (2011) indican que el control de gestión tiene un efecto positivo en un entorno de desarrollo de productos. Esto es debido a que el control de gestión se centra principalmente en la reducción de la incertidumbre en cada etapa del proceso de desarrollo y la promoción de congruencia de objetivos en el momento de toma de decisiones. Dávila (2000; 386) considera que el “rol principal de los sistemas de control de gestión en el desarrollo de producto es proveer la información requerida para reducir la incertidumbre en lugar de reducir los problemas de divergencia de objetivo”.

Recientes investigaciones presentan nuevos conceptos y la evidencia que los sistemas de control de gestión, en realidad, pueden ayudar e incluso fomentar la innovación. Dávila et al. (2009), en un estudio en empresas emprendedoras, presentan nuevas evidencias sobre las razones de adopción de sistemas de control de gestión en el contexto de desarrollo de producto. A continuación se presenta un

listado de los distintos roles de los sistemas de control de gestión que existen en la literatura y fueron identificados en dicho estudio (Dávila et al., 2009; 329):

- Hacer explícitos y estables los objetivos.
- Codificación de aprendizaje del pasado.
- Ayudar a la coordinación.
- Planificar la secuencia de pasos.
- Promover la rendición de cuentas y facilitar el control.
- Facilitar el contrato con las partes externas.
- Utilizar símbolos para legitimar procesos de innovación.

#### **3.5.4. Mecanismos de Control**

Los mecanismos de control se dividen en formal e informal (Jaworski, 1988; Jaworski y MacInnis, 1989). Los mecanismos formales, influyen en el comportamiento a través de la evaluación del desempeño y las recompensas. Y utilizan las obligaciones contractuales, control de resultados y control del comportamiento, con el fin de obtener la cooperación en la organización. En cambio, los mecanismos informales (como las normas sociales, creencias y experiencias compartidas) utilizan estrategias sociales para reducir la diferencia de objetivos, promoviendo la autorregulación (Harmancioglu, 2009; Ouchi, 1979).

Si bien los diferentes mecanismos tienden a ser utilizables en diferentes contextos (Ouchi, 1979), diversos mecanismos de control se despliegan, al mismo tiempo en los proyectos, para mantener el equilibrio necesario entre la estabilidad y la innovación (Ditillo, 2009). “La matriz de controles disponibles para coordinar y controlar las tareas abarca desde el uso de resultados, hasta la acción y controles personales/culturales” (Merchant, 1985, en Ditillo, 2004; 402). La Tabla 1 muestra los mecanismos utilizados, en función de los diferentes enfoques de control, en proyectos donde se realizan tareas intensivas en conocimiento.

Enfoque	Control del Resultado	Control de la Acción	Control Social
Mecanismos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fijación de objetivos.</li> <li>- Logros.</li> <li>- Informes de rendición de cuentas.</li> <li>- Estructura de recompensa que sirven para fomentar la producción.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Guías de procedimientos.</li> <li>- Manuales de operación.</li> <li>- Codificación de las acciones.</li> <li>- Supervisar la observancia de las normas e instrucciones.</li> </ul>	<p>Conjunto de valores, normas y creencias sociales que son compartidos por los miembros de la organización.</p>

Tabla 1: Mecanismos de control utilizados en tareas intensivas en conocimiento en función del enfoque, según Ditillo 2004. [Elaboración propia]

Por su parte Dekker (2004), en su trabajo sobre un marco de control de relaciones inter-organizaciones, argumenta que estas relaciones inter-organizativas requieren mecanismos de control formales e informales. Además de los tres enfoques, antes mencionados, divide a los mecanismos en función de la temporalidad de su utilización a lo largo del proyecto (ver Tabla 2).

	Control del Resultado	Control del Comportamiento	Control Social
Ex-ante mecanismos	<p>Establecimiento de objetivos</p> <p>Sistemas de incentivos/estructuras de recompensas</p>	<p>Especificaciones estructurales:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Planificación</li> <li>- Procedimientos</li> <li>- Reglas y regulaciones</li> </ul>	<p>Selección del contratado</p> <p>Confianza (buena voluntad/capacidad):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Interacción</li> <li>- Reputación</li> <li>- Redes Sociales</li> </ul>
Ex-post mecanismos	<p>Seguimiento del desempeño y recompensas</p>	<p>Supervisión del comportamiento y recompensas</p>	<p>Construcción de confianza:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Toma de riesgos</li> <li>- Toma de decisiones y solución de problemas en forma conjunta</li> <li>- Desarrollo del contratado</li> </ul>

Tabla 2: Mecanismos de control formal e informal en relaciones inter-organizativas. [Fuente: Dekker, 2004; 32].

Por su parte, Dávila et al. (2009) conceptualizan los sistemas de control de gestión como sistemas formales y, particularmente, en el desarrollo de productos incluye a:

- Hitos del proyecto.
- Informes para comparar el progreso real con la planificación.
- Presupuestos para proyectos en desarrollo.

- Proceso de selección de proyectos.
- Hoja de ruta de la cartera de productos.
- Proceso de pruebas de concepto de producto.
- Directrices sobre la composición del equipo del proyecto.

Artto et al., (2011), en una investigación sobre control de gestión en proyectos de innovación, adoptan la clasificación de Simons (1994, 1995) de cuatro tipos de sistemas de control de gestión (ver Tabla 3).

Sistema de control	Mecanismos específicos
Creencias	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Misión.</li> <li>– Visión estratégica.</li> <li>– Valores.</li> </ul>
Límites	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Planes estratégicos.</li> <li>– Los modelos de proceso.</li> <li>– Proceso de selección de proyectos.</li> <li>– Procedimientos normalizados de trabajo (hitos del proyecto).</li> <li>– Plantillas de documentos.</li> <li>– Limitaciones sobre la búsqueda en el diseño conceptual.</li> </ul>
Diagnóstico	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Asignaciones de tareas.</li> <li>– Presupuestos y programas de trabajo.</li> <li>– Asignación de recursos humanos.</li> <li>– Metas de desempeño.</li> <li>– Grupos de dirección.</li> <li>– Informes regulares o de excepción.</li> <li>– Criterios de selección y de evaluación.</li> <li>– Informes que comparan el progreso real con el planificado.</li> <li>– Competición entre los equipos de desarrollo.</li> </ul>
Interactivo	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Gestión de observación y vigilancia.</li> <li>– Visitas informales.</li> <li>– Conversaciones telefónicas.</li> <li>– Reuniones ad hoc.</li> <li>– Planificación participativa.</li> <li>– Intervención de los gestores.</li> </ul>

Tabla 3: Los cuatro tipos de sistemas de control de gestión y sus mecanismos de control. [Fuente: Artto et al., 2011; 411].

Silva-Domingo y Canet-Giner (2010) expresan que la utilización de los sistemas de control desarrollados por Simons (1995) permite una visión integradora del problema de alineamiento entre el cliente y el subcontratado. A continuación en la

Tabla 4 se presenta una lista de los cuatro sistemas de control de gestión y sus mecanismos de control para una subcontratación de diseño de producto.

Sistema de control	Fin (Simons, 1995)	Mecanismos específicos
Creencias	Se utiliza para inspirar y orientar la búsqueda de nuevas oportunidades.	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Selección del contratado</li> <li>– Confianza (buena voluntad/capacidad):</li> <li>– Interacción.</li> <li>– Reputación.</li> <li>– Redes Sociales.</li> <li>– Construcción de confianza.</li> <li>– Toma de riesgos.</li> <li>– Toma de decisiones y solución de problemas en forma conjunta.</li> </ul>
Límites	Se utiliza para establecer límites en el comportamiento de la búsqueda de oportunidades.	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Planes estratégicos.</li> <li>– Los modelos de proceso.</li> <li>– Proceso de selección de proyectos.</li> <li>– Procedimientos normalizados de trabajo (hitos del proyecto).</li> <li>– Plantillas de documentos.</li> <li>– Limitaciones sobre la búsqueda en el diseño conceptual.</li> <li>– Hoja de ruta de la cartera de productos.</li> <li>– Especificaciones estructurales:</li> <li>– Asignaciones de tareas.</li> <li>– Presupuestos.</li> <li>– Planificación.</li> <li>– Programas de trabajo.</li> <li>– Asignación de recursos humanos.</li> </ul>
Diagnóstico	Se utiliza para motivar, supervisar y recompensamos los logros de los objetivos especificados.	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Informes regulares o de excepción.</li> <li>– Criterios de selección y de evaluación.</li> <li>– Informes que comparan el progreso real con el planificado.</li> <li>– Estructura de recompensa que sirven para fomentar la producción.</li> <li>– Proceso de pruebas de concepto de producto.</li> <li>– Logros.</li> </ul>
Interactivo	Sirve para estimular el aprendizaje organizacional y el surgimiento de nuevas ideas y estrategias.	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Gestión de observación y vigilancia.</li> <li>– Visitas informales.</li> <li>– Conversaciones telefónicas.</li> <li>– Reuniones <i>ad hoc</i>.</li> <li>– Planificación participativa.</li> <li>– Intervención de los gestores.</li> </ul>

Tabla 4: Los cuatro tipos de sistemas de control de gestión y sus mecanismos de control en una subcontratación de diseño de producto. [Elaboración propia].

### **3.6. A modo de síntesis**

En la primera parte de este capítulo, se abordó el tema de la integración de conocimiento en las relaciones colaborativas y en el desarrollo de producto. La integración del conocimiento, está relacionada con la forma en que las diferentes fuentes de conocimiento se integran y su éxito no depende exclusivamente del intercambio de conocimientos. El solapamiento de conocimiento entre las organizaciones, particularmente en la empresa que actúa como integradora del producto, se ha identificado como de importancia crítica para la adquisición de conocimiento.

En la complejidad que presentan algunos productos, nos encontramos que éstos ya no pueden ser ni realizados ni comprendidos por una sola persona. La división del trabajo, permite una ejecución conjunta de un producto. En cambio, para poder comprender un producto se requiere una división del conocimiento y esfuerzo que permita la creación de un diseño. El gran desafío para los equipos multidisciplinares es el acceso a un conocimiento funcional amplio y profundo referente al producto para luego integrar todo ese conocimiento.

El diseño de producto es visto como una descripción completa de su estructura de diseño (lo qué es y cómo es construido) y sus funciones (lo qué se hace, para qué sirve). La estructura de diseño, comprende una lista de parámetros de diseño y la interdependencia física y lógica que hay entre ellos. Si bien estas dimensiones se van definiendo a lo largo del diseño, los diseñadores necesitan preestablecer una serie de parámetros con el fin de delimitar el diseño. De la delimitación o fijación de los parámetros de diseño nacen las reglas de diseño. Este trabajo de fijación de reglas de diseño, requiere una perspectiva amplia e integradora de los clientes, los competidores, la tecnología y las capacidades y las estrategias de la empresa.

Se pueden considerar dos tipos de reglas de diseño. Por un lado, las reglas de diseño dinámicas son la que se van concretando a lo largo del diseño y son propias de diseño que se está realizando. Por otro lado, las reglas de diseño estáticas son las que limitan el campo de los parámetros de diseño, pero su definición puede ser

externa al diseño que se está realizando o la fijación de una regla de diseño dinámica.

En la consideración del producto como un sistema y como un conjunto de componentes, subyace la necesidad de utilizar dos tipos de conocimientos: el *conocimiento arquitectónico*, requerido para la definición de las reglas de diseño, y el *conocimiento de componente*, requerido para realizar la definición de los parámetros de diseño.

Para llevar a cabo esta integración de conocimiento, se utiliza una variedad de mecanismos. La dinámica de los proyectos hace que establecer a priori las necesidades de los mecanismos de integración de conocimiento pueda traer problemas debido a la necesidad de cambios organizativos. Los mecanismos de control utilizados tienen una gran importancia pues ayudan a impulsar un modo específico de integración de conocimiento.



## **CAPÍTULO 4 - MODELO PROPUESTO DE INTEGRACIÓN DE CONOCIMIENTO**

En este capítulo se presentan una serie de modelos de integración de conocimiento en diversos contextos. La exposición de la literatura, evidencia la necesidad de realizar un modelo de integración de conocimiento inter-organizacional que permita a la empresa la definición de las reglas de diseño dinámicas integrando los conocimientos de la organización contratada. Esto se debe realizar teniendo en cuenta el proceso dinámico de la integración de conocimiento (Enberg, 2007), la fuga de conocimiento (Enberg, 2012; Grant, 1996b) y aprender haciendo (Zirpoli y Becker, 2011).

Para finalizar, se presenta una serie de proposiciones teóricas tentativas, juntamente con una propuesta de modelo sobre la utilización de mecanismos de integración de conocimiento. Para esto, se utiliza como marco las tareas diseño (definición de parámetros de diseño y definición de las reglas de diseño), que se caracterizan según la complejidad de su conocimiento y la interdependencia inter-organizativa.

### **4.1. Modelos de integración de conocimiento en proyectos de diseño de producto**

Existen diversos modelos que representan la integración de conocimiento en proyectos de desarrollo de productos. Estos tienden a destacar la importancia de mecanismos que permitan la interacción (y la comunicación) intensiva y los

esfuerzos dirigidos a la creación de conocimiento compartido. En concordancia con resultados empíricos, si no hay un criterio válido que defina la utilización de un determinado mecanismo para la integración de conocimiento, “*la probabilidad o la frecuencia relativa de ciertas combinaciones de mecanismos con respecto a otros...* puede ser un criterio menos determinista... (énfasis en el original)” (Grandori, 2001; 394).

Cuando se habla de selección mecanismos para llevar a cabo la integración de conocimiento en una tarea, hay que tener en cuenta diversos factores como la simultaneidad de uso, el coste y su capacidad. Grandori (2001), al igual que Grant (1996a; 1996b), sostienen que el esfuerzo de economizar es el fin en la elección de los mecanismos de integración de conocimiento. Pero la actividad económica y la organización son impulsadas no sólo por cuestiones de costes, sino también por problemas conocimiento.

#### **4.1.2. Integración del conocimiento y la interdependencia de las tareas**

Tomando la visión basada en el conocimiento, Grant (1996b) considera que la principal tarea de la empresa es la integración de conocimientos especializados. Para poder realizar esto, el problema principal es la inmovilidad que presenta el conocimiento tácito. Si bien “el conocimiento explícito, que puede ser codificado, comunicado, asimilado, almacenado y recuperado, presenta pocos problemas de integración debido a su comunicabilidad inherente” (Grant, 1996b; 114).

Grant (1996b; 114) expresa que para direccionar la integración de conocimiento, la coordinación organizacional depende de las características del proceso tecnológico desplegado y, que el “tipo de interdependencia dentro de una tarea determina el modo de coordinación desplegado”. A continuación, se presenta las cuatro interdependencias (agrupación, secuencial, recíproca y equipo) considerados junto con los mecanismos de coordinación asignados:

- *Agrupación*: se pueden utilizar *normas y directivas* para su coordinación. Las cuales comprenden planes, programas, previsiones, normas, políticas y

procedimientos, e información estandarizada y los sistemas de comunicación.

- *Secuencial*: se pueden utilizar *planes* para su coordinación. La coordinación se realiza por medio de una secuenciación continua de actividades.
- *Recíproca*: asociada con *ajustes mutuos* se pueden utilizar *rutinas* para su coordinación.
- *Equipo*: asociada con *grupo de solución de problemas* y *toma de decisiones* se pueden utilizar reuniones programadas y no programadas.

Dadas las dificultades de comunicación del conocimiento tácito, las decisiones por consenso están asociadas a altos costes. Para lograr una mayor eficiencia, las organizaciones deben apoyarse en mecanismos que minimicen la comunicación y transferencia de conocimientos (p. ej. normas y rutinas) (Grant, 1996b). Con respecto al coste de los mecanismos, la selección es realizada en el sentido de una “inferioridad” comparativa de coste-beneficio (Grandori, 2001).

#### **4.1.3. Modelo de integración de conocimiento en el desarrollo de productos complejos**

Haddad (2008) describe un modelo de integración de conocimiento en el desarrollo de sistemas complejos en un contexto organizacional de gran escala. Donde demuestra que el proceso de integración de conocimiento y la organización están dirigidas por las diferentes características de los productos (definidas en término de complejidad del producto, arquitectura y novedad tecnológica) y los diferentes aspectos de la solución de problemas (tipo de problema y novedad).

Según Haddad (2008) los conocimientos en el desarrollo de productos complejos están compuestos principalmente por:

- *Conocimientos del componente*: conocimiento de ingeniería sobre el diseño de un subsistema particular y sus componentes individuales.
- *Conocimientos de arquitectura del producto*: conocimiento sobre el sistema de integración de la interconexión de los distintos componentes y subsistemas.

- *Conocimientos del proceso*: conocimientos relacionados con los procesos técnicos utilizados en el desarrollo de productos, tales como los procesos de ingeniería de materiales o procesos de integración de software (Henderson y Clark 1990).

Dichas fuentes de conocimientos en el desarrollo de productos complejos son:

- El principal (el integrador de sistemas).
- Los proveedores (desarrolladores de componentes).

Siendo las fuentes de conocimiento a nivel de sistema:

- los ingenieros del sistema,
- los equipos del subsistema,
- los ingenieros y los expertos de los grupos funcionales y
- los ingenieros de soporte.

Y las fuentes de conocimientos de componentes son:

- los ingenieros de componentes,
- los expertos en grupos funcionales y
- los ingenieros de proveedores.

En su modelo, Haddad (2008) asigna distintos mecanismos de integración de conocimiento en función de los diferentes niveles de integración (en la que trabajan las principales fuentes de conocimiento) y los límites entre dichos niveles. Siendo los niveles de integración: subsistema-sistema, principal-proveedor y programa-función. Y los límites entre estos: del equipo a diferentes niveles dentro del mismo programa, del equipo en todos los programas y funciones, además de la organización entre el principal y el proveedor.

En la Tabla 5 se puede observar la tipología propuesta por Haddad (2008). Ésta contiene, para los canales principales de conocimiento, los mecanismos más utilizados en el desarrollo de productos a gran escala.

Canal	Tipos de Conocimientos	Mecanismos de Integración
Dentro del programa (equipos de sistema - equipos de subsistemas)	Información acerca de los requerimientos del sistema.	Dibujos de la arquitectura del sistema; documentos y bases de datos de los requerimientos del sistema.
	Experiencia en la integración del sistema.	Encuentros de equipos; comunicación personal.
Dentro del programa (equipos de los distintos subsistemas)	Información acerca de los requerimientos de los subsistemas.	Dibujos de los subsistemas; documentos y bases de datos de los controles de las interfaces.
	Experiencia en la integración del sistema.	Encuentros de equipos y comunicación personal.
Entre programas	Conocimiento de la ingeniería de los subsistemas.	Documentos y bases de datos de diseño de los subsistemas; comunidades de práctica.
Departamento funcional - programa	Información acerca de las especificaciones y normativas del sistema y de los subsistemas.	Documentos y bases de datos de diseño del sistema y de los subsistemas; documentos y herramientas de procesos.
	Experiencia en la integración del sistema y de los subsistemas.	Encuentros de equipos; personal de enlace.
Principal - proveedor	Requerimientos, especificaciones y normativas de los subsistemas.	Dibujos de los subsistemas; documentos y bases de datos de los requerimientos de los subsistemas; límites de los subsistemas.
	Experiencia en la ingeniería de los subsistemas.	Encuentros de equipos; personal de enlace; redes de práctica.

Tabla 5: Tipología de mecanismos de integración de conocimiento. [Fuente: Haddad, 2008; 124].

Haddad (2008) encuentra que, la integración del conocimiento en situaciones rutinarias de resolución de problema, se lleva a cabo de manera eficiente y efectiva a través de una amplia transferencia e intercambio de información codificada utilizando mecanismos formales (p. ej. sistemas de información). En cambio, la integración de conocimientos para la solución de problemas no rutinarios, requiere una amplia integración de experiencia personal y conocimientos técnicos. Para los cuales se utilizan mecanismos, formales e informales, que permitan compartir asesoramientos y la ayuda directa a través de las fronteras organizativas.

#### **4.1.4. Modelo de integración de conocimiento basado en la especificidad de los conocimientos**

Rundquist (2009) trabaja sobre cómo el nivel de participación afecta la eficiencia de la integración del conocimiento en proyectos de desarrollo de producto distribuido. Y divide el nivel de participación en tres categorías en función del grado de dicha participación (ver Tabla 6):

- Colaboración
- Interacción personal
- Interacción impersonal

En su trabajo divide al conocimiento en tres categorías:

- Conocimiento Temático:
  - Conocimiento sobre los mercados, los clientes o los perfiles de usuario.
  - Conocimiento sobre tecnologías específicas o procedimientos de ingeniería.
  - Conocimiento de los requisitos, especificaciones y funciones.
  - Conocimiento de los documentos de servicio y manuales de instrucciones.
- Conocimiento de Proceso:
  - Conocimiento sobre el proceso de desarrollo de producto
  - Conocimiento sobre los elementos del proceso de desarrollo de producto, el cual identifica las tareas que debe realizar para alcanzar los objetivos y desarrollar un producto de éxito.
  - Conocimiento sobre el procedimiento/métodos aplicados en el proceso de DNP.
- Conocimiento General:
  - Conocimiento sobre los mercados a los cuales no han entrado o considerado.

- Conocimiento sobre las tecnologías existentes no utilizadas o las tecnologías emergentes que podrían entrar en el mercado.
- Conocimiento sobre las tendencias políticas o institucionales o decisiones que pueden influir en el desarrollo futuro de nuevos productos.

		Más Participativo ← Menos Participativo		
		Colaboración	Interacción Personal	Interacción impersonal
↑ Más Especifico  Menos Especifico	Conocimiento temático	Alto	Alto	Medio
	Conocimiento de proceso	Alto	Medio	Bajo
	Conocimiento general	Medio	Bajo	Bajo

Tabla 6: Modelo para la integración de conocimiento basado en la especificidad del conocimiento. [Fuente: Rundquist, 2009; 223].

La conclusión del estudio es que, las empresas que utilizan un mayor grado de participación (p. ej.: reuniones físicas y herramientas en línea para video conferencias) tienen, en general, una integración del conocimiento más eficiente.

Del estudio se desprende que el *conocimiento temático* se integra más fácilmente, incluso con menos utilización de mecanismos de integración, que el conocimiento de procesos y el conocimiento general. Rundquist (2009), lo explica por el hecho que una gran parte del conocimiento temático es posible de codificar y por lo tanto más fácil de integrar con menos participación de métodos. Estos mecanismos incluyen: compartir los resultados durante el proyecto, soporte de TI para el intercambio y uso de documentos e informes, así como la realización de reuniones y la evaluación de los resultados después de la finalización del proyecto. El *conocimiento del proceso* se integra de manera más eficiente cuando se utilizan mecanismos más participativos (evaluación posterior del proyecto). Esto es debido “al mayor contenido de conocimiento tácito en esta categoría” (Rundquist, 2009; 58). La categoría *conocimiento general* tenía un grado muy bajo integración de una forma sistemática, esto puede explicar la baja participación de las personas que

realizan “tareas de inteligencia” durante la ejecución de los proyectos de desarrollo de producto.

#### **4.1.5. Modelo de integración de conocimiento basado en las características del conocimiento y conflictos de intereses**

Grandori (2001; 390) sugiere que “la diferenciación de conocimiento, la complejidad del conocimiento y el grado de conflicto de intereses, puede ser la hipótesis de cómo las características de la relación entre nodos de conocimiento influyen en la viabilidad de los mecanismos de gobierno”.

Considerando esto, Grandori (2001) evalúa una gama de mecanismos de gobernanza del conocimiento en función de dos criterios:

- **Cognitivo:** como la *posibilidad* de sostener ciertos tipos de intercambios de conocimientos (función de la *diferenciación de conocimiento* y de la *complejidad de conocimiento*). Se utiliza en el sentido de *imposibilidad* lógica, técnica y cognitiva.
- **Coste:** como forma de comparar mecanismos donde existe la posibilidad de aplicar más de uno.

Las diferentes especialidades técnicas y orientaciones cognitivas entre las personas conlleva una diferenciación de conocimiento. Estas diferencias se pueden dar en “los idiomas, en la percepción de la información pertinente, en las teorías y prácticas utilizadas y en las categorías de resultados perseguidos” (Grandori, 2001; 390).

Como consecuencia de una diferenciación de conocimiento alta, deben tenerse en cuenta la utilización de mecanismos tales como equipos de trabajo, integradores de conocimientos (es decir, individuos con perfiles intermedios) o la transferencia de acciones y soluciones correctas. En cambio, ante la misma situación, una serie de mecanismos de integración, como la comunicación directa y sin ayuda, las comunidades de práctica y la jerarquía, presentan una falla cognitiva (Grandori, 2001; 389).

La segunda característica que influye en la aptitud de los mecanismos de integración es la complejidad del conocimiento. La cual posee dos componentes: la complejidad computacional y la complejidad epistémica.

Según Grandori (2001; 391-392), “*complejidad computacional* se refiere al número de elementos y símbolos, y la posible conexión entre ellos” y hace que “el almacenamiento y la transferencia o el intercambio de conocimientos sean difíciles sin apoyo a la limitada capacidad computacional de la mente (documentos, programas)”. En el manejo de la complejidad computacional, es esperable que fallen “la comunicación informal (en el sentido que no está soportado por informes y herramientas de procesamiento de la información, o por lenguajes formalizados), así como la jerarquía (en el sentido de una toma de decisiones centralizada)”.

Por otro lado, la *complejidad epistémica*, estrechamente relacionada al concepto de conocimiento tácito, “se refiere tanto a la falibilidad de los juicios y la dificultad en la construcción de conocimiento válido y confiable, que puede llevarse a la práctica, como a la dificultad de observar los fenómenos y el diagnóstico de relaciones causa-efecto” (Grandori, 2001b; 392). Y “el único mecanismo que no falla cognitivamente en el gobierno del flujo de conocimiento tácito entre individuos diferentes es la observación mutua de los sujetos en acción, una ‘comunidad de práctica’” (Grandori, 2001; 392).

Para Grandori (2001), el conflicto de intereses más allá de los conflictos de opiniones, los cuales pueden ser resueltos a través de la argumentación, pues los conflictos de intereses no pueden resolverse por medio de una confrontación racional.

En situaciones donde los conflictos de intereses son bajos, se permite la realización de los acuerdos negociados utilizando equipos de trabajo. En cambio, cuando los conflictos de intereses son altos, la integración del conocimiento tiende a fallar cuando se utilizan mecanismos como la comunicación directa, las comunidades de práctica y equipos de trabajo.

Estos tres vectores que, de forma individual se pueden trabajar utilizando distintos mecanismos de integraciones de conocimiento, no se presentan de forma clara cuando se consideran combinados. En la Figura 11 se presenta, según Grandori (2001) los posibles acoplamientos y mecanismos en función de la diferenciación de conocimiento, la complejidad del conocimiento y el grado de conflicto de intereses.

En situaciones simples, donde se combina una baja diferenciación de conocimiento, baja complejidad computacional o epistémica y no existen conflictos de interés, la elección de mecanismos se realizará solo bajo criterios de coste-beneficio, pues no hay fallas cognitivas.

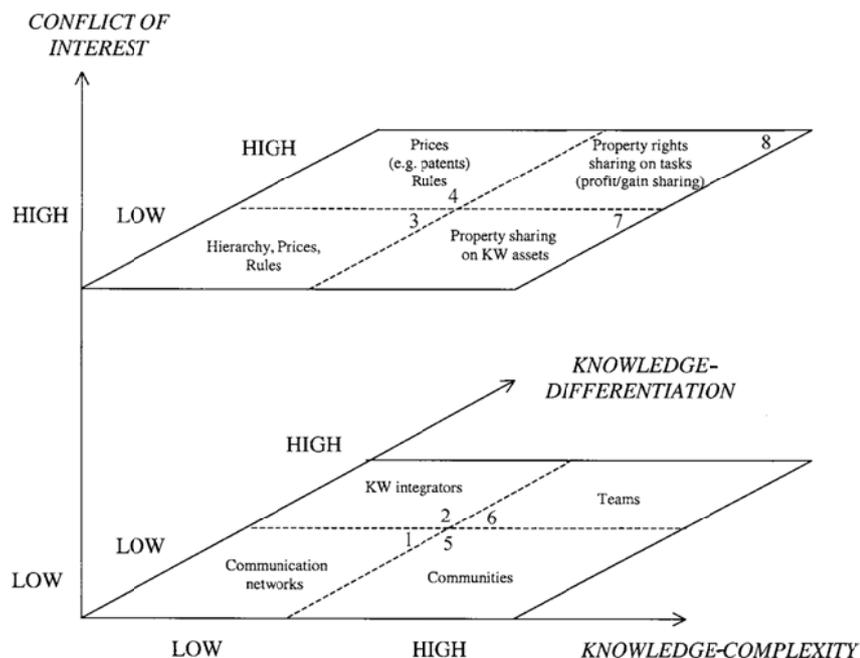


Figura 11: Posibles acoplamientos y mecanismos en función de la diferenciación de conocimiento, la complejidad del conocimiento y el grado de conflicto de intereses. [Fuente: Grandori, 2001; 393]

Cuando a una situación simple se le añade una complejidad computacional, es suficiente una comunicación soportada (infraestructuras de intercambio de información, bancos de datos compartidos y herramientas para la gestión del conocimiento). La adición de diferenciación de conocimiento puede traer dificultades para acceder y absorber conocimiento. Por lo tanto, se considera suficiente la utilización de integradores o diseminadores de conocimiento, evitando así la utilización de mecanismos más costosos. Si se añade conflicto de intereses, la

“jerarquía, normas y procedimientos, así como precio de intercambio son utilizables para ofrecer incentivos o controles de forma que ocurra una deseable transferencia de conocimientos” (Grandori, 2001; 393).

Para permitir el intercambio de conocimientos epistémicamente complejo, las comunidades de práctica y de conocimiento son sostenibles si los actores perciben que el intercambio de conocimiento es en interés de todos ellos. Para la combinación de complejidad epistémica con un bajo grado de diferenciación de conocimiento y el de conflicto de intereses, las comunidades de práctica constituyen un mecanismo de integración viable. Por último, en las situaciones más complejas, que contienen una alta diferenciación de conocimiento, complejidad epistémica y los conflictos de intereses, la integración del conocimiento es comúnmente limitada a compartir derechos de propiedad.

Según Grandori (2001; 386), “Donde la complejidad no es alta, por lo general prevalece la obligación contractual; mientras que si la complejidad es alta, se emplea una relación contractual generalmente basada en la paridad y un continuo intercambio de conocimientos.”

En la Tabla 7 se muestra un listado de condiciones falla de distintos mecanismos.

Condiciones de falla	Mecanismos que fallan
Alta diferenciación de conocimiento	Comunicación directa y sin mediadores. Comunidades de práctica.
Alta complejidad de conocimiento	Comunicación informal y sin soporte.

Tabla 7: Fracasos cognitivos de los mecanismos de gobernanza del conocimiento. [Adaptado de Grandori, 2001; 390]

#### **4.1.6. Modelo de integración de conocimiento basado en las características del proyecto**

Enberg (2007), identifica y analiza diferentes contingencias que pueden tener un impacto en el proceso de integración de conocimiento en el desarrollo de producto. Así como también diferentes mecanismos de integración de conocimiento que

pueden ser utilizados para integrar conocimiento. La definición de las diferentes contingencias que caracterizan los proyectos son las siguientes (Enberg, 2007):

- *Frecuencia de la tarea:* Frecuencia con la que se ejecuta una tarea durante un período específico de tiempo.
- *Heterogeneidad de la tarea:* Se refiere a “la variación en las características de la tarea tal como se presenta en otros casos” y las personas hacen “inferencias acerca de la aplicabilidad de las lecciones aprendidas, en el contexto de las experiencias pasadas, a la tarea presente” (Zollo y Winter, 2002; 347-348).
- *Diferenciación conocimiento:* Puede ser concebido como un factor confeccionado por varias variables que se correlacionan. Las diferencias en especialidades técnicas y en las orientaciones cognitivas, que a menudo van junto con ellos, ya se habían puesto de relieve en los estudios iniciales de contingencia que emplean la noción de diferenciación (Lawrence y Lorsch, 1967).
- *Nivel de conflicto:* Conflicto de intereses o juicios, argumentando que, si bien un conflicto de juicio pueden ser resueltos mediante la argumentación, “ninguna confrontación racional puede resolver un conflicto de intereses” (Grandori, 2001; 391).
- *Ambigüedad causal:* Se refiere a “el grado de claridad en las relaciones de causalidad entre las decisiones o medidas adoptadas y los resultados de rendimiento obtenidos” (Zollo y Winter, 2002; 348) y que se deriva de la cantidad y el grado de interdependencia entre sub-tareas y del grado de la simultaneidad entre estas sub-tareas.
- *Complejidad epistémica:* Se refiere a la falibilidad de los juicios y la dificultad en la construcción de un conocimiento válido y confiable, y puede llevarse a la práctica como la dificultad de observar los fenómenos y el diagnóstico de relaciones causa-efecto
- *Complejidad dinámica:* Se refiere a la necesidad de adaptarse a los cambios que se producen en las relaciones de causa-efecto o la cadena de medios y fines durante la ejecución de la tarea. Este tipo de complejidad que resulta del efecto multiplicador de pequeños cambios.
- *Incertidumbre receptiva:* No es sólo como la ausencia de información relevante (es decir, la información esperada luego de una simulación), se puede ver manera más sutil, como la presencia de información inesperada.

Enberg (2007) expresa que formas tradicionales de definir la complejidad y la incertidumbre, no permiten explicar la integración del conocimiento en proyectos de desarrollo de producto. Y encuentra que la complejidad dinámica y la incertidumbre receptiva tienen un impacto importante en la manera en que se produjo la integración de conocimiento. Tomando esto como referencia, caracteriza los proyectos de desarrollo de productos en función de diversas contingencias y los tipifica en “proyectos de combinación de conocimiento” y “proyectos de generación de conocimiento” (Tabla 8).

	Combinación de Conocimiento	Generación de Conocimiento
Frecuencia de las tareas	Alto	Bajo
Heterogeneidad de las tareas	Bajo	Alto
Diferenciación de conocimiento	Bajo	Alto
Nivel de conflicto	Bajo	Bajo
Ambigüedad causal	Alto	Alto
Complejidad epistémica	Alto	Alto
Complejidad dinámica	Bajo	Alto
Incertidumbre receptiva	Bajo	Alto

Tabla 8: Caracterización de proyectos en función de contingencias. [Fuente: Enberg, 2007; 215]

## 4.2. Sistemas de control de gestión y la integración de conocimiento

Ditillo (2004) realiza un modelo, para organizaciones intensivas en conocimiento<sup>9</sup>, sobre la actuación de las distintas formas de control como elementos integradores de conocimientos complejos. Ditillo (2004; 408-409) expresa que, el problema que tienen las organizaciones intensivas en conocimiento en la selección de los sistemas de control posee varias facetas “...ya que la selección de los mecanismos de control

---

<sup>9</sup> Las empresas intensivas en conocimiento son “aquellas empresas que ofrecen soluciones intangibles a los problemas del cliente utilizando principalmente el conocimiento de sus individuos”, p. ej. firmas de abogados y contables, organizaciones de ingeniería, consultoría informática o centros de investigación. (Ditillo, 2004; 401).

deben tener en cuenta al mismo tiempo, tanto la coordinación como los aspectos de integración de conocimientos”. Y considera que unos de los elementos clave que afecta a la selección de los mecanismos de control, en este tipo de organizaciones, es la naturaleza del conocimiento y su complejidad.

Considerando una estricta relación entre la complejidad del conocimiento y la complejidad de la tarea, Ditillo (2004) clasifica a la complejidad del conocimiento en: complejidad computacional, complejidad técnica y complejidad cognitiva:

- La *complejidad computacional* del conocimiento es función del número de agentes y sus interconexiones y la realización de una tarea, va a llevar a la utilización de un enfoque de control orientado hacia la acción.
- La *complejidad técnica* del conocimiento para realizar una tarea, se define como el número de habilidades distintivas o competencias pertenecientes a diferentes (grupos de) expertos.
- La *complejidad de cognición* del conocimiento para realizar una tarea, se encuentra cuando los procesos son nuevos para las personas o implican soluciones innovadoras sujetas a resultados inesperados y posibles soluciones encontradas por accidente.

Y propone distintos mecanismos para llevar a cabo la integración de conocimiento/coordinación en dichas complejidades. A continuación se presenta las predicciones realizadas por Ditillo (2004) para las relaciones entre complejidad de conocimiento y mecanismos de control (en la Tabla 9 se presenta un resumen de esta cuestión):

- Cuando es posible articular formalmente el conocimiento en documentos, la integración de conocimiento puede llevarse adelante utilizando la codificación y la formalización de la información. Para esto, la utilización de procedimientos, acciones, reglas e instrucciones permiten coordinar de manera eficiente las actividades complementarias de muchos agentes y garantizar la integración efectiva de los conocimientos.
- La diferenciación de conocimiento entre los expertos y las diferentes formas de percibir el problema, hace que la coordinación se consiga persiguiendo un objetivo común. Para esto, se utilizarán mecanismos de control orientados a resultados, que articulen el establecimiento de objetivos y

seguimiento de los logros. Asimismo, que permitan coordinar de manera eficiente las actividades complementarias de muchos agentes y garantizar la integración efectiva de los conocimientos.

- Estas formas de conocimiento se transmiten por medio de acciones personales (historia común y experiencias compartidas) y acciones colectivas (marcos sociales y organizacionales). Para esto, el control y la integración de conocimiento se llevan a cabo a través del propio control del individuo y el control de grupo, fomentando el sentido de comunidad y realizando políticas de selección y formación de personal.

Complejidad del Conocimiento	Integración del Conocimiento	Control de Gestión (objeto)
Computacional	Documentos/Codificación	Acción
Técnica	Outputs/Informes de Rendimiento	Resultado
Dinámica	Informal/Oral/Comunicación cara a cara	Competencias/valores/creencias

Tabla 9: Mecanismos de integración de conocimiento en función de la complejidad de la tarea.  
[Fuente: Ditillo, 2004; 410]

Ditillo (2004) observa que los mecanismos de control de gestión poseen la capacidad de realizar eficazmente funciones de coordinación y la integración del conocimiento. También expresa que, si se trataran de mecanismos solo útiles para la coordinación, pero que impiden la adecuada integración de conocimiento serían perjudiciales para el funcionamiento y la salud de empresas intensivas en conocimiento. “Sin embargo, en muchos casos, no habrá elección radical entre las diversas formas de control, ya que la tarea implica muchas piezas de conocimiento, cada uno caracterizado por una complejidad específica, y los dispositivos de integración más complejos necesitan coexistir para ayudar a control.” (Ditillo, 2004; 410).

### 4.3. Dinámica del Proceso Integración de Conocimiento

Enberg (2007) sugiere un modelo iterativo sobre el proceso de integración de conocimiento en el desarrollo de productos. El cual cuenta con dos instancias, una

relativa a la *interacción* y otra de *actuación* donde el trabajo se realiza de forma individual (Figura 12).

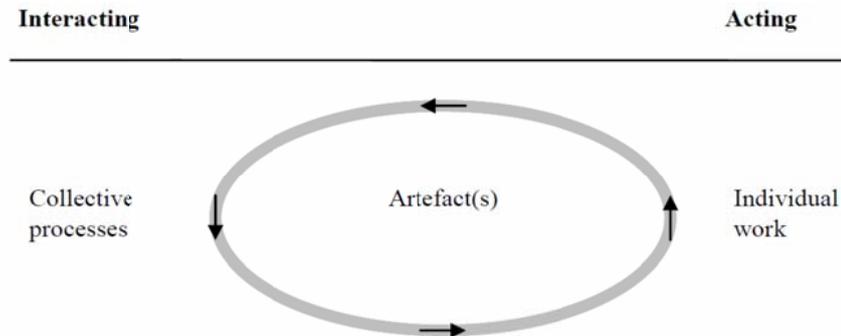


Figura 12: Modelo iterativo de integración de conocimiento. [Fuente: Enberg, 2007; 219]

La fase de interacción se encuentra caracterizada por un proceso colectivo de interacción. En cambio, en la fase de actuación, el trabajo que se lleva a cabo de forma aislada sin mucho esfuerzo dedicado compartir conocimientos. Estas fases forman parte de la espiral de creación de conocimiento organizacional (Nonaka y Takeuchi, 1995).

En dicho proceso de integración de conocimiento la complejidad sistémica (Lindkvist et al., 1998) del proyecto tiene una gran importancia. Cuando el proyecto presenta una complejidad sistémica baja, “el trabajo del proyecto, y la integración de conocimiento, se realiza en torno a de reuniones donde todos los miembros del proyecto participan en las discusiones y en torno a trabajo individual” (Enberg, 2007; 217) (Figura 13).

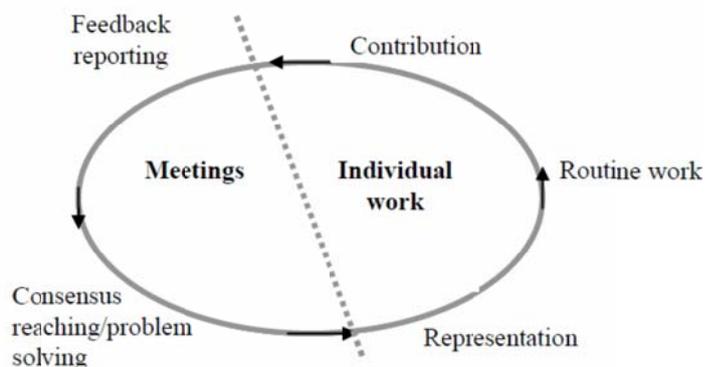


Figura 13: Modelo iterativo de integración de conocimiento en proyectos de combinación de conocimiento. [Fuente: Enberg, 2007; 218].

En cambio si el proyecto presenta una complejidad sistémica alta, la integración de conocimiento se realiza principalmente dentro de un grupo reducido de personas a la que llama *grupo segregado* (ver Figura 14). Dicho grupo está compuesto por miembros del proyecto con más experiencia, mientras que el trabajo de ingeniería de rutina es realizado por los miembros con menor experiencia. Dentro de este proceso, describe un ciclo de información entre este *grupo segregado* y el grupo de diseñadores.

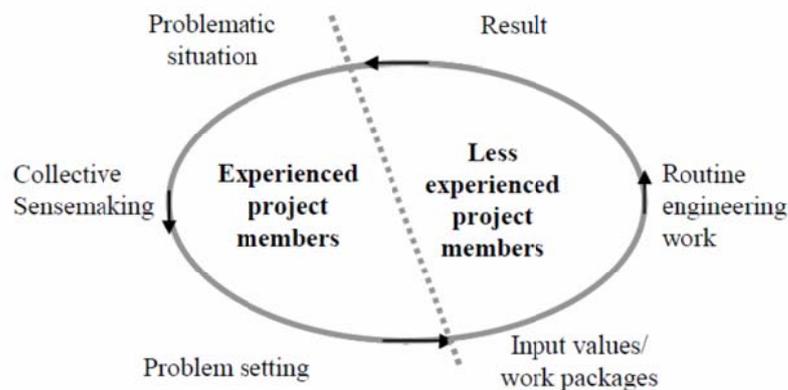


Figura 14: Modelo iterativo de integración de conocimiento en proyectos de generación de conocimiento. [Fuente: Enberg, 2007; 218].

#### 4.4. Características de las tareas

Los modelos de integración de conocimiento identificados en el desarrollo de producto, muestran la necesidad de conocer las características del proyecto antes de la selección de mecanismos de integración de conocimiento. Ninguno supone a las tareas de diseño como marco de referencia para la selección de los mecanismos de integración de conocimiento. De estos modelos se pueden distinguir a la complejidad de conocimiento y a la interdependencia entre las tareas como elementos influyentes en la elección de los mecanismos de integración del conocimiento en la subcontratación de diseño de producto.

#### 4.4.1. Complejidad del Conocimiento

En las colaboraciones de subcontratación, la variedad de prácticas observadas han demostrado que la utilización de los mecanismos está relacionada con el nivel de complejidad del conocimiento. Según Grandori (2001; 386) “Se han observado una variedad de modalidades en la regulación de relaciones inter-empresariales de subcontratación y se ha demostrado su relación con el nivel de complejidad del conocimiento”.

Grandori (2001; 391-392) distingue a la complejidad computacional y la complejidad epistémica como dos componentes de la complejidad del conocimiento. Las cuales afectan a los mecanismos de integración de conocimiento en las relaciones inter-organizacionales.

- *Complejidad computacional*: “se refiere al número de elementos y símbolos, y de las posibles conexiones entre ellos”.
- *Complejidad epistémica*: “se refiere a la falibilidad de los juicios y la dificultad en la construcción de conocimiento válido y confiable, y considerarse como a la dificultad de observar los fenómenos y el diagnóstico de relaciones causa-efecto.”.

Las definiciones de la complejidad del conocimiento que despliega Grandori (2001) presenta dificultad desde un punto de vista operativo. Considera que la complejidad de conocimiento puede ser alta o baja, y que dicha complejidad posee dos componentes, complejidad computacional y la complejidad epistémica. Así y todo, no presenta una relación entre dichas componentes que permita saber cómo afectan cada una de las componentes a la complejidad total y, según como se aplica, se pueden obtener distintos resultados. Por ejemplo, si la complejidad del conocimiento es alta debido a que la componente “complejidad computacional” es alta, se obtiene un resultado distinto a que si la complejidad es alta debido a que la componente “complejidad epistémica” es alta.

Por otro lado, esta definición expresa que la complejidad del conocimiento está estrictamente relacionada con la complejidad de la tarea (Wood, 1986; Ditillo, 2004). Ditillo (2009; 257) define la complejidad del conocimiento como “la

característica del conocimiento que se deriva del hecho que sea un gran número de actores y actividades están involucrados en un proceso de conocimiento o que el conocimiento es diferenciado entre los agentes o, por último, que ni las entradas ni las salidas de los procesos de conocimiento puede ser observadas”.

Si bien existen diversas definiciones de la complejidad de la tarea (Gill y Hicks, 2006), nos centraremos en la complejidad como una función objetiva de las características de la tarea (p. ej. el número de elementos de trabajo, el grado de interrelación entre los elementos, etc.).

#### 4.4.3. Complejidad del conocimiento y la complejidad de la tarea

Wood (1986; 66) pone de manifiesto que “... la complejidad de la tarea, que describe las relaciones entre las entradas de las tareas, será un determinante importante del desempeño humano a través de las exigencias que impone a los conocimientos, las habilidades y los recursos de los que llevan a cabo la tarea”. Estableciendo así una relación entre la complejidad de la tarea y el conocimiento necesario para realizar dicha tarea (Figura 15).

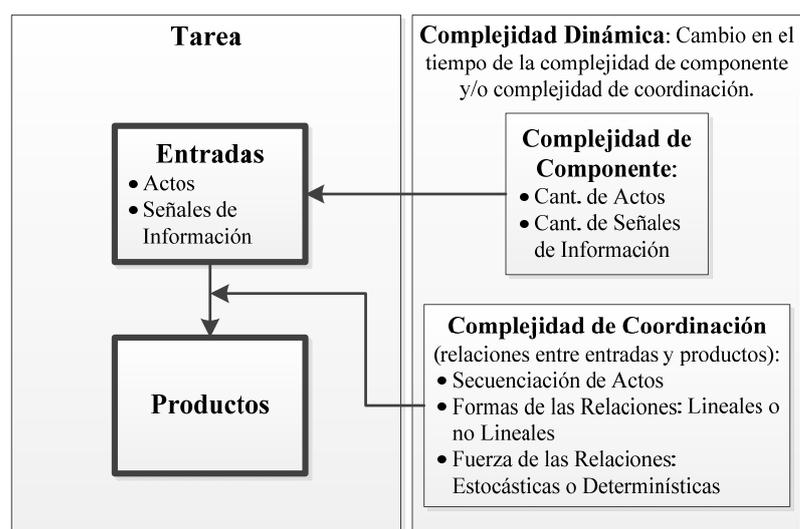


Figura 15: Modelo de complejidad de la tarea de Wood (1986). [Elaboración propia]

Wood (1986) describe que un factor determinante de la complejidad de la tarea es la naturaleza del conocimiento necesario para realizar dicha tarea. Define a las tareas como el conjunto de un producto y dos tipos de entradas de tareas: los actos necesarios y las señales de información.

Así mismo, desarrolla tres tipos de complejidades de la tarea: de componente, coordinativa y dinámica. Y expresa que con estos tres tipos de complejidades se puede determinar la complejidad total de una tarea y el conocimiento resultante, así como también las habilidades requeridas para el desempeño de los individuos de la tarea.

De esta manera, define a la complejidad de la tarea como una característica propia de la tarea y establece tres componentes esenciales de toda tarea (Wood, 1986):

- *Productos*: entidades creadas o producidas por comportamientos que pueden ser observados y descritos de forma independiente de las conductas o actos que los producen.
- *Actos*: patrón de comportamientos con un propósito identificable o dirección y se tratar como la unidad básica de los requisitos de comportamiento.
- *Señales de Información*: piezas de información sobre las cuales un individuo puede basar las decisiones que está obligado a realizar durante la ejecución de una tarea.

Hay tres tipos de complejidad de la tarea (Wood, 1986): complejidad de componente, complejidad coordinativa y complejidad dinámica. Cuanto más compleja sea la tarea, mayor será el conocimiento y la habilidad que debe tener un individuo para ser capaz de realizar la tarea.

- *Complejidad de Componente*: es una función directa del número de actos distintos que necesitan ser ejecutados en la realización de la tarea y el número de señales de información distintas que deben ser procesados en el rendimiento de dichos actos. En las tareas cognitivas, el nivel de complejidad de componente dependerá de las decisiones tomadas (actos realizados) y la cantidad de señales de información diferentes que utiliza para sacar conclusiones.

- *Complejidad coordinativa*: se refiere a la naturaleza de las relaciones entre actos, señales de información y productos. Los aspectos que se tienen en este tipo de complejidad son:
  - La secuenciación de los actos que se requiere en la realización de la tarea. Se refiere al número de relaciones precedentes entre actos, los conocimientos y habilidades necesarias.
  - La forma de la relación (lineal o no lineal) entre los componentes de entrada y los productos.
  - La fuerza de las relaciones (determinísticas o estocásticas) entre los componentes de entrada y los productos.
- *Complejidad Dinámica*: Las dos complejidades anteriores son consideradas estáticas, pues no tienen en cuenta los cambios que pueden ocurrir a lo largo de la realización de la tarea. Pero si, debido a cambios en los estados del mundo, existe una modificación en las relaciones entre las entradas de tareas y productos, o se ve modificada la cantidad de decisiones tomadas (actos realizados) y/o la cantidad de señales de información diferentes que utiliza para sacar conclusiones, se pone de manifiesto lo que Wood (1986) llama complejidad dinámica. En tareas con una complejidad dinámica, los cambios se dan a lo largo del tiempo y pueden ser en el conjunto de actos necesarios y señales de información o en las relaciones entre componentes de entrada y productos. Es decir, existe una complejidad dinámica si se genera un cambio de la complejidad de componente o la complejidad coordinativa en el tiempo.

Los cambios en la complejidad de componente y la complejidad coordinativa (complejidades estáticas) pueden ocurrir de distintas formas:

- Un cambio repentino, en un determinado período de tiempo, de la complejidad de componente o de la complejidad coordinativa.
- Cambio continuos en el nivel de complejidad estática para una tarea que conducen a aumentos de la complejidad dinámica.

Si bien las distintas complejidades no son totalmente independientes (las tareas pueden ser dinámicamente complejas sin ser coordinativamente complejas), el nivel de cada complejidad pueden variar considerablemente sin afectar a los niveles de

las otras dos complejidades. Esto nos permite evaluar la complejidad de la tarea (que está relacionada con la complejidad del conocimiento) de forma operativa.

Según Thompson (1967), el nivel de incertidumbre depende del grado de conocimiento de las relaciones causa-efecto y del grado de variabilidad de tareas. Cuando el conocimiento sobre las relaciones causa-efecto es escaso y/o la variabilidad es alta, la tarea a realizar es impredecible. Esto implica que:

- Cuando las relaciones causa-efecto son bien conocidas y la tarea es invariable, es adecuado la utilización de reglas y rutinas para llevar cabo la coordinación.
- Cuando las relaciones causa-efecto son bien conocidas, pero varían las tareas, es adecuada la utilización de planes para llevar a cabo la coordinación.
- Cuando se carece del conocimiento (o es mínimo) sobre las relaciones causa-efecto y la variabilidad tarea es alta, es adecuada la utilización del ajuste mutuo para llevar cabo la coordinación.

#### **4.5. Interdependencias de las tareas**

Grandori (1997), utilizando contribuciones de la teoría de costes de transacción y la teoría de la agencia, realiza una *configuración de interdependencias* entre las organizaciones que realizan una tarea. Por un lado, clasifica a las interdependencias que derivan de los recursos o acciones conjuntas necesarias para llevar a cabo la tarea y, por otro, las que están relacionadas con la regulación de las transacciones.

A continuación, con el fin de caracterizar relaciones inter-organizativas en la realización conjunta de las tareas de diseño, se presentarán los cuatro tipos de interdependencia juntamente con los mecanismos de coordinación que permiten gobernarlas (Grandori, 1997).

#### 4.5.1. Interdependencias que derivan de los recursos o acciones conjuntas

*Compartida (pool):* una interdependencia es de este tipo cuando “cada parte hace una contribución discreta para el conjunto y cada una está soportada por el conjunto” (Thompson, 1967; 54). Esto supone que las configuraciones de las actividades y los comportamientos de las organizaciones o puestos de trabajo deben estar alineados y, en cierta medida, que en condiciones de eficacia existen límites a su libertad de acción.

Se espera que para gestionar este tipo de interdependencia a un menor coste, sea suficiente con la comunicación directa, las normas legales y planes conjuntos de acción, eventualmente apoyados por una persona dedicada a realizar el nexo común. Si no existe una diferencia significativa en los intereses de los participantes y el control presenta una baja complejidad en información (p. ej. si el grupo es pequeño y las actividades que no son altamente diferenciada y sofisticadas) la comunicación directa y control entre los miembros sería suficiente. Si los miembros de un equipo están interesados en reducir sus “esfuerzos” o contribuciones al resultado (lo que no siempre es el caso), entonces han demostrado ser eficaces y eficientes el uso de las jerarquías de control para todos los miembros —siempre y cuando las actividades no sean complejas y diferenciadas.

*Intensiva:* Esta interdependencia se da cuando las actividades entre las organizaciones incorporan complejidad y diferenciación (Thompson, 1967; Grandori, 1997). Esto ocurre, por ejemplo, cuando existe la necesidad de tener que combinar diferente know-how para poder resolver un problema.

La coordinación efectiva de esta interdependencia requiere un ajuste mutuo en tiempo real (Thompson 1967) e incentivos capaces de obtener contribuciones efectivas de los miembros individuales (Avadikian, Cohendet y Llerena 1993, en Grandori, 1997). Para realizar esta coordinación, de ajuste mutuo en tiempo real y resolución de problemas complejos, puede ser utilizada el ajuste mutuo directo y el grupo de toma de decisiones. Si existe dificultad de observar y evaluar las actividades por pares o por un agente central, el control no se puede resolver

simplemente por medio de monitoreo. Por lo tanto, se deben introducir controles del tipo alineación de objetivos y preferencias (Ouchi , 1979; Grandori, 1997).

#### **4.5.2. Interdependencias relacionadas con la regulación de las transacciones.**

*Secuencial:* Esta interdependencia se da cuando dos actividades están relacionadas de forma tal que, “el producto final de la actividad A es la entrada para la actividad B” (Grandori, 1997; 903). En situaciones estables, éste tipo de interdependencia permite una planificación a priori, pudiendo realizarse la coordinación por medio de reglas y rutinas. En cambio en situaciones más dinámicas, la coordinación se puede realizar por medio de la programación, ya que puede ser ajustado de acuerdo a las circunstancias de tiempo y lugar (Thompson, 1967; Grandori, 1997).

En situaciones dinámicas no programables, son necesarios otros mecanismos adicionales de coordinación, que permitan el intercambio de información *ad hoc* y la aplicación de competencias para problemas específicos (Grandori, 1997). Para esto, cuando las competencias están dispersas y la incertidumbre se deriva de la complejidad cognitiva, se requieren mecanismos laterales *ad hoc* para el procesamiento de la información y la resolución de problemas (como relaciones laterales, funciones de enlace y unidades de integración) (Galbraith 1977; Grandori, 1997).

*Recíproca:* Esta interdependencia se da cuando la relación entre organizaciones o puestos es bidireccional. Se establece en “aquellas operaciones en las que la salida de A es específica, “adaptada para”, realizada después de las “indicaciones” de B para el cual es una entrada para que A puede actuar” (Grandori, 1997; 904). “[B]ajo condiciones de interdependencia recíproca, cada unidad implicada es penetrada por la otra. Hay, por supuesto, un aspecto de combinación para esto, y también hay un aspecto de serie [...] pero el aspecto distintivo es la reciprocidad de la interdependencia, con cada unidad presentándose de contingencia de la otra.” Thompson (1967; 55)

En la interdependencia recíproca se presentan situaciones de relativa complejidad, donde la coordinación sólo puede ser manejada por medio del ajuste mutuo. Ajuste mutuo “implica la transmisión de nueva información durante el proceso de la acción” y se emplea en situaciones “altamente impredecibles y variables” (Thompson, 1967; 56). Dado que el ajuste mutuo es el mecanismo de coordinación más caro, donde el coste se incrementa en función de las personas involucradas en la acción, se realizará utilizando grupos pequeños (Thompson (1967) o personas de enlace (Grandori, 1997).

La interdependencia recíproca entre organizaciones se representa por transacciones, donde una de las organizaciones produce algo para una segunda organización realizado bajo las indicaciones y específicamente para ésta última. La primera organización sólo puede actuar si la segunda organización realiza una transferencia de conocimientos (Grandori, 1997).

#### **4.6. Propuesta de Modelo sobre la integración de conocimiento en la subcontratación del diseño de producto**

La integración de conocimiento entre las organizaciones debe plantearse considerando unos mecanismos que permitan la integración de conocimiento, tanto a nivel de reglas de diseño como así también de parámetros de diseño. A continuación se formularan proposiciones teóricas tentativas sobre la integración de conocimiento en la subcontratación estratégica de tareas de diseño de producto. Estas proposiciones relacionan la complejidad del conocimiento intrínseco de las tareas de diseño y las interdependencias presentes en las tareas de diseño con mecanismos de integración de conocimiento.

#### 4.6.1. Subcontratación de las Reglas de Diseño

Con el fin de gobernar el producto e incorporar conocimientos, la empresa debe ser capaz de realizar la definición de las reglas de diseño integrando los conocimientos de la organización subcontratada (Zirpoli y Decker, 2011).

La falta de definición de las reglas de diseño puede llevar a que el desarrollo de un proyecto sea caótico e ineficiente, o que el resultado no esté alineado con la estrategia de la empresa. Como se dijo anteriormente, en el comienzo del proyecto, las reglas de diseño suelen estar vagamente definidas, pues el conocimiento acerca de las interdependencias entre parámetros de diseño es usualmente imperfecto (Baldwin y Clark, 2000). Y es durante el desarrollo del proyecto, donde se termina de establecer el conjunto de reglas de diseño.

Por otro lado, la falta de información en el comienzo del proyecto hace que no se conozcan algunas de las relaciones entre las reglas de diseño, parámetros y resultados obtenidos, o se vea modificada la cantidad de información a procesar o las decisiones que se deben tomar. Por consiguiente, se puede considerar a la definición de reglas de diseño como una suma de sub-tareas caracterizadas por una *complejidad dinámica*.

Al igual que en la definición de parámetros de diseño, para mantener o aumentar el conocimiento arquitectónico, la empresa puede realizar la subcontratación de diseño de producto, con una definición conjunta entre las dos organizaciones de las reglas de diseño. Por otro lado, si la definición de las reglas de diseño la realizaría el subcontratado, la empresa pierde control sobre el producto y conocimiento arquitectónico. El control sobre el producto se podría mantener si la empresa le “enseña” al subcontratado su estrategia de empresa y su conocimiento arquitectónico, pero eso tendría un coste elevado debido a que el conocimiento arquitectónico es principalmente del tipo tácito y puede conllevar a la fuga de conocimiento. Con respecto a la integración de conocimiento, para definir las reglas de diseño es necesario tener que combinar diferente know-how para poder resolver un problema. En este caso, podemos predecir que de las acciones conjuntas resultaría una interdependencia del tipo *intensiva*, debido a la complejidad y la

diferenciación (Thompson, 1967; Grandori, 1997). Y, para la integración de conocimiento, se tendería a utilizar el ajuste mutuo y equipos de resolución de problemas y toma de decisiones.

Tomando una definición conjunta de las reglas de diseño, la interdependencia relacionada con la regulación de las transacciones entre las dos organizaciones, podemos predecir que serán del tipo *recíproca*. Esta interdependencia se establece en “aquellas operaciones en las que la salida de A es específica, “adaptada para”, realizada después de las “indicaciones” de B para el cual es una entrada para que A puede actuar” (Grandori, 1997; 904). Para poder realizar la integración de conocimiento en este contexto, sería necesaria la utilización del ajuste mutuo y equipos de resolución de problemas y toma de decisiones. Ajuste mutuo “implica la transmisión de nueva información durante el proceso de la acción” y se emplea en situaciones “altamente impredecibles y variables” (Thompson, 1967; 56).

Este equipo de resolución de problemas, formado por los diseñadores más experimentados (Enberg, 2007), es el llamado arquitecto de producto (Baldwin y Clark, 2000; Maier y Rechtin, 2000; Rechtin, 1991).

**Proposición 1a:** En una subcontratación de tareas cognitivas caracterizadas por una complejidad dinámica, acción colectiva intensiva y transacción recíproca, la integración de conocimiento inter-organizacional tenderá a ser realizada a través de grupos de resolución de problemas y toma de decisiones.

Para realizar la definición de las reglas de diseño, los sistemas de control deben ser diseñados para coordinar distintos individuos y a su vez soportar la integración de conocimiento (Ditillo, 2004). La dificultad de observar y evaluar las actividades por pares o por un agente central, hace que el control no se pueda resolver simplemente por medio de monitoreo. Para esto, el control y la integración de conocimiento se llevan a cabo a través de competencias, valores y creencias (informal, oral y comunicación cara a cara) (Ditillo, 2004). Para esto se utilizarían mecanismos de control ex-ante como la selección del subcontratado (confianza, buena voluntad, interacción, reputación y redes sociales) y otros mecanismos ex-post como la

construcción de confianza (toma de riesgos, toma de decisiones y solución de problemas en forma conjunta y desarrollo del contratado) (Deker, 2004). Donde se utilizan *sistemas de creencias*, para inspirar y orientar la búsqueda de nuevas oportunidades, y los *sistemas de límites* para delimitar la zona de creatividad individual dentro de los límites estratégicos de la empresa, cuando una excesiva búsqueda y/o experimentación pueden llevar a derrochar recursos de la empresa.

**Proposición 1b:** En una subcontratación de tareas cognitivas caracterizadas por una complejidad dinámica, acción colectiva intensiva y transacción recíproca tenderá a ser regulada por medio de sistemas de creencias, permitiendo la coordinación y la integración de conocimiento.

#### 4.6.2. Subcontratación de los Parámetros de Diseño

El diseño de un producto es una suma de definiciones de parámetros de diseño (espesor de un material, números de tornillo en una unión, etc.). Cada una de las tareas de diseño, tienen como fin delimitar cada uno de esos parámetros de diseño dentro de campo de trabajo (Baldwin y Clark, 2000). Por consiguiente, se puede considerar a la definición de parámetros de diseño como una suma de sub-tareas caracterizadas por una *complejidad estática*. Es decir, no va a haber cambios a lo largo del tiempo del conjunto de actos necesarios, de las señales de información o de las relaciones entre los datos de entrada y sus resultados. Que en un principio no se tengan todos los datos necesarios para poder delimitar los parámetros de diseño, no significa un cambio en las señales de información. Si las relaciones entre los datos de entrada y los resultados obtenidos no son las esperadas, esto se debe a una definición no adecuada de las reglas de diseño que delimitaban el campo de trabajo. O, si no se puede definir los parámetros de diseño debido a una incompatibilidad, se debe a una falta de solapamiento de los campos de trabajo definidos en las reglas de diseño.

En una subcontratación, donde la definición de los parámetros de diseño es realizada solo por la organización contratada, la integración de conocimiento entre

las dos organizaciones es realizada por medio de las reglas de diseño (Ulrich y Ellion, 2005).

Por otro lado, con el fin de mantener o aumentar el conocimiento arquitectónico, la empresa puede realizar la subcontratación de diseño de producto, con una definición conjunta entre las dos organizaciones de parámetros de diseño (Zirpoli y Becker, 2011). La especialización de cada organización lleva a la complementariedad de conocimientos, por consiguiente, cada organización trabajará en la definición de distintos parámetros de diseño. En este caso, podemos predecir que de las acciones conjuntas resultaría una interdependencia del tipo *compartida*, debido a que cada organización realiza “una contribución discreta para el conjunto” (Thompson, 1967; 54). Se espera que para gestionar este tipo de interdependencia, a un menor coste, sea suficiente con la comunicación directa, normas y planes de acción conjunta, eventualmente apoyados por una persona dedicada a realizar el nexo común (Grandori, 1997).

Siguiendo con una definición conjunta de los parámetros de diseño, la interdependencia relacionada con la regulación de las transacciones entre las dos organizaciones, podemos predecir que serán del tipo *secuencial*. Los parámetros de diseño pueden estar relacionados debido a la concatenación de sus definiciones (puede ser que hasta que no está definido un parámetro no se puede establecer el campo de trabajo del siguiente parámetro). Esta interdependencia se da cuando dos actividades están relacionadas de forma tal que, “el producto final de la actividad A es la entrada para la actividad B” (Grandori, 1997; 903).

Para esto, la utilización de procedimientos, reglas de diseño estáticas y la resolución de problemas en forma conjunta (con establecimiento de objetivos y seguimiento de los logros) (Grandori, 1997), permitirían coordinar de manera eficiente las actividades complementarias de muchos agentes y garantizar la integración efectiva de los conocimientos.

**Proposición 2a:** En una subcontratación de tareas cognitivas caracterizadas por una complejidad estática, una acción colectiva tipo compartida y una transacción secuencial la integración de conocimiento inter-organizacional

tenderá a ser realizada a través de reglas de diseño estáticas, comunicación directa y secuenciación de actividades.

Para realizar la definición de los parámetros de diseño, los sistemas de control deben ser diseñados para coordinar distintos individuos y a su vez soportar la integración de conocimiento (Ditillo, 2004). La complejidad estática para realizar la definición de parámetros, está relacionada con del número de acciones a realizar, la información que se debe procesar, la diferenciación de conocimiento entre los expertos. Por consiguiente, la integración de conocimiento y la coordinación pueden llevarse adelante utilizando la codificación y formalización de la información, y persiguiendo un objetivo común. Esto va a llevar a la utilización de un doble enfoque de control orientado hacia el comportamiento y hacia los resultados. Donde, *sistemas de control de diagnóstico* se utilizan para monitorear resultados de la organización, corregir desviaciones y otorgar incentivos por el logro de objetivos. Y los *sistemas de límites* para delimitar la zona de creatividad individual dentro de los límites estratégicos de la empresa, cuando una excesiva búsqueda y/o experimentación pueden llevar a derrochar recursos de la empresa.

**Proposición 2b:** En una subcontratación de tareas cognitivas caracterizadas por una complejidad estática, una acción colectiva tipo compartida y una transacción secuencial tenderá a ser regulada por medio de sistemas de control de diagnóstico y sistemas de límites, dirigidos la coordinación y la integración de conocimiento.

#### **4.6.3. Integración de conocimiento entre los diseñadores y el arquitecto de producto**

Para poder desarrollar las reglas de diseño es necesario el conocimiento relativo a los componentes (Henderson y Clark, 1990). Es decir, se debe tener en cuenta que una de las fuentes de información para desarrollar las reglas de diseño, son los diseñadores que definen los parámetros de diseño. Por lo tanto, cuando se diseñan

los mecanismos de integración de conocimiento estos necesitan considerar la integración de conocimiento entre los diseñadores y el arquitecto de producto.

Como resultado de las actividades de definición de parámetros de diseño (cálculos, ensayos, etc.), se genera tanto conocimiento explícito como tácito. El primero estaría reflejado en informes de resultados (planos, 3D, resultados de ensayos, etc.). Pero el segundo, que se crearía durante la búsqueda de compatibilización de las reglas de diseño, se encuentra en manos de los diseñadores. Estos dos conocimientos son necesarios para realizar la definición de las reglas de diseño.

Por lo tanto, se debe contar con mecanismos que permitan integrar el conocimiento tácito del equipo de diseñadores con el arquitecto de producto. Esto trae aparejado una complejidad y la incertidumbre, que la integración de conocimiento solo se puede realizar por medio de una estrecha colaboración y comunicación (Grant, 1996b). Para esto se utilizan reuniones (programadas o no programadas) y equipos de trabajo que permitan integrar el conocimiento. Podemos decir que, la integración de conocimiento se realiza por medio de equipos de trabajo (el equipo de diseñadores y el arquitecto de producto). Los informes de avance y de seguimiento permitirían la integración de conocimiento entre los gestores y el equipo de trabajo que participa en el diseño (Dávila et al., 2009; D'itillo 2004).

**Proposición 3a:** En una subcontratación de distintas tareas cognitivas, caracterizadas unas por una complejidad estática y otras por una complejidad dinámica, la integración de conocimiento inter-organizacional tenderá a ser realizada a través de grupos de resolución de problemas y toma de decisiones.

Con el fin de que el subcontratado presente propuestas que sean útiles y provechosas de reglas de diseño, la empresa debe realizar acciones para dirigir dicha búsqueda. Este direccionamiento se puede realizar utilizando controles interactivos (Simons, 1995). Estos permitirían al arquitecto de producto, guiar de aportaciones a la innovación y provocar la aparición de nuevas iniciativas y estrategias. Para llevar a cabo esto, se utiliza la participación activa en reuniones con los subordinados, buscando asegurarse el foco de atención de la organización,

desafiando y debatiendo los datos, las hipótesis y los planes de acción (Simons, 1995).

**Proposición 3b:** En una subcontratación de distintas tareas cognitivas, caracterizadas unas por una complejidad estática y otras por una complejidad dinámica, tenderá a ser regulada por sistemas interactivos de control, permitiendo la coordinación y la integración de conocimiento.

En la Figura 16 se presenta en resumen del modelo propuesto.

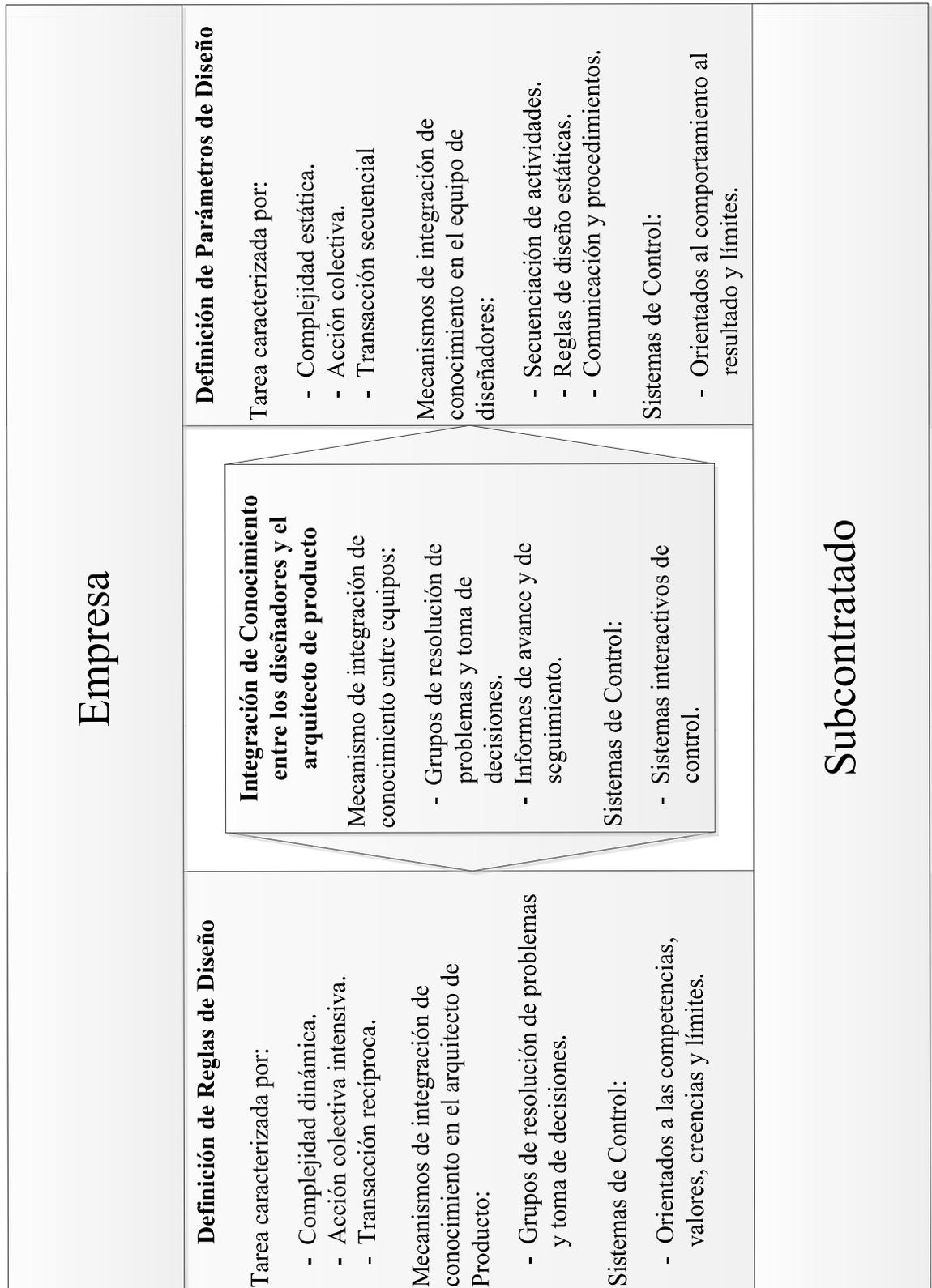


Figura 16: Modelo Propuesto: Relación entre las tareas de diseño, la complejidad del conocimiento y los mecanismos de integración del conocimiento.

#### **4.7. A modo de síntesis**

Los modelos de integración de conocimiento identificados en el desarrollo de producto, muestran la necesidad de conocer las características del proyecto antes de la selección de mecanismos de integración de conocimiento. Sin embargo, ninguno supone a las tareas de diseño como marco de referencia. La consideración de un modelo iterativo de integración de conocimiento, llevado al proceso de integración de conocimiento en el desarrollo de productos, permite discriminar diferentes grupos de trabajo y caracterizar sus aportaciones. De estos modelos se pueden distinguir a la complejidad de conocimiento y a la interdependencia entre las tareas como elementos influyentes en la elección de los mecanismos de integración del conocimiento en la subcontratación de diseño de producto.

La complejidad de conocimiento está estrictamente relacionada con la complejidad de la tarea, permitiendo esto deducir la existencia de una complejidad estática y una complejidad dinámica del conocimiento. La complejidad estática del conocimiento es debido a la cantidad de actos e información a procesar y a las relaciones entre las entradas y los productos. En cambio, la complejidad dinámica del conocimiento, es fruto de un cambio en los componentes de la complejidad estática. Por otro lado, la interdependencia entre las tareas pueden derivar de la utilización de los recursos o la realización de las acciones conjuntas necesarias para llevar a cabo la tarea (siendo estos/as compartidos/as o intensivos/as). También la interdependencia puede derivar en la regulación de las transacciones (secuenciales o recíprocas).

De lo expresado anteriormente se puede deducir que, la definición de reglas de diseño es una tarea caracterizada por una complejidad dinámica. Y realización conjunta, entre las dos organizaciones, conlleva a una acción colectiva intensiva y una transacción recíproca. Para esto, los mecanismos de integración de conocimiento utilizados por el arquitecto de producto, formado por personal de las organizaciones, tendería a ser grupos de resolución de problemas y toma de decisiones. Y los mecanismos de control tenderían ser utilizados la selección del subcontratado y la construcción de confianza, y competencias, valores y creencias, permitiendo la coordinación y la integración de conocimiento.

En cambio la definición de parámetros de diseño es una tarea caracterizada por una complejidad estática. Y realización conjunta, entre las dos organizaciones, conlleva a una acción colectiva y a una transacción secuencial. Para esto, los mecanismos de integración de conocimiento utilizados en el equipo de diseñadores, formado por personal de las organizaciones, tendería a ser la secuenciación de actividades, la utilización de reglas de diseño estáticas, la comunicación y los procedimientos. Y los mecanismos de control tenderían a orientarse al comportamiento y al resultado.

Para llevar a cabo la integración de conocimiento entre los diseñadores y el arquitecto de producto, el mecanismo de integración de conocimiento utilizado entre dichos equipos tendería a ser grupo de resolución de problemas y toma de decisiones. Y el control tendería a realizarse por medio de sistemas interactivos de control.



# **CAPÍTULO 5 - DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN EMPÍRICA**

Tal como se dijo en el primer capítulo, la metodología seleccionada es la de *estudio de caso*. En la primera parte del capítulo se desarrollan, siguiendo la guía de Yin (2009), las distintas consideraciones a tener en cuenta para asegurar la calidad de la investigación en una estrategia de estas características. Para esto, se trabaja sobre los pasos a seguir para la validación de diseño, centrándonos en la validez del constructo, validez interna, validez externa y confiabilidad. A continuación, se describe un procedimiento para la selección de casos. Para finalizar, se contrastan todas estas consideraciones con las características del estudio y recolección del material empírico realizado.

## **5.1. Estudio de caso como estrategia de investigación seleccionada**

Según Eisenhardt (1989b; 534), el estudio de caso “es una estrategia de investigación que se centra en la comprensión de las dinámicas presentes en los entornos individuales”. Yin (2009; 18) realiza una definición técnica de estudio de caso, a la cual divide en dos partes.

“La primera parte comienza con el alcance de un estudio de caso:

- Un estudio de caso es una investigación empírica que:

- investiga un fenómeno contemporáneo en profundidad y dentro de su contexto de la vida real, especialmente cuando
- los límites entre el fenómeno y el contexto no son claramente evidentes.”

La segunda parte de la definición técnica de estudios de caso, considera que el “fenómeno y el contexto no siempre son distinguibles en situaciones reales, otras características técnicas, incluyendo la recolección de datos y estrategias de análisis de datos”:

- “La investigación de estudio de caso:
  - hace frente a la situación técnicamente distintiva en la que habrá muchas más variables de interés de puntos de datos.
  - se basa en múltiples fuentes de evidencia, con datos que necesitan para converger de forma triangular.
  - beneficia desde el desarrollo previo de proposiciones teóricas para guiar la recolección y análisis de datos.”

El estudio de caso puede permitir la simplificación de algunas dimensiones del modelo (Eisenhardt, 1989b). Esta metodología nos permite tener acceso a diferentes fuentes de información (entrevistas y documentación), observar las distintas perspectivas entre las dos organizaciones y triangular la información obtenida.

Según Lincoln y Guba (1985; 296, en Enberg, 2007; 40), la credibilidad de los resultados depende de la capacidad de investigador para demostrar que “él o ella ha *representado* [la “realidad”] *adecuadamente*, es decir, que las reconstrucciones (por los resultados y las interpretaciones son también construcciones, nunca se debe olvidar) a las que se han llegado a través de la investigación son *creíbles para los constructores de las múltiples realidades originales* (énfasis en el original)”. Para poder realizar esta demostración, el investigador debe fundamentar la calidad con la cual se ha realizado el estudio.

### 5.1.1. El establecimiento de confianza en un estudio de caso

Yin (2009) propone la realización de cuatro pruebas específicas, a lo largo estudio de caso, con el fin de analizar la calidad de la investigación: validez del constructo, validez interna, validez externa y confiabilidad. Para eso, divide al estudio de caso en cuatro fases distintas: diseño de la investigación, recopilación de datos, composición y análisis de datos. Y asigna a cada fase distintas tácticas que permiten llevar a cabo dicho análisis. Esto se puede ver en la Tabla 10.

Pruebas	Táctica de Estudio de Caso	Fase de investigación en la que se produce táctica
Validez del constructo	Utilizar múltiples fuentes de evidencia	Recopilación de datos
	Establecer la cadena de evidencia	Recopilación de datos
	Tener informantes clave que den su opinión sobre el borrador del informe del estudio de caso	Composición
Validez interna	Realizar comparación de patrones	Análisis de los datos
	Realizar la construcción de la explicación	Análisis de los datos
	Abordar explicaciones rivales	Análisis de los datos
	Utilizar modelos lógicos	Análisis de los datos
Validez externa	Utilizar la teoría en estudios de caso único	Diseño de la investigación
	Utilizar la replicación lógica en el estudio de múltiples casos	Diseño de la investigación
Confiabilidad	Utilizar el protocolo de estudio de casos	Recopilación de datos
	Desarrollar la base de datos del estudio de caso	Recopilación de datos

Tabla 10: Tácticas para las cuatro pruebas de diseño de estudio de caso. [Fuente: Yin, 2009; 41].

A continuación, con el fin de tener en cuenta los elementos claves para la calidad de la investigación, se desarrollan las cuatro pruebas propuestas por Yin (2009), y sus tácticas.

#### *a. Validez del constructo*

Según lo expresado en la Tabla 10, para construir la validez del constructo se utilizan tres tácticas distintas en dos fases diferentes de la investigación. Durante la fase de recopilación de datos, se realiza la utilización de múltiples fuentes de

evidencia y el establecimiento de una cadena de evidencias. En cambio, durante la fase de composición se utiliza la opinión de informantes clave sobre el borrador del informe del estudio de caso.

Con respecto a la utilización de múltiples fuentes de evidencia, los datos de los estudio de caso pueden provenir diversas fuentes de evidencia. Las seis más importantes son: documentación, documentos de archivo, entrevistas, observación directa, observación-participante y artefactos físicos (Yin, 2009). En la Tabla 11 se puede observar las fortalezas y debilidades de estas seis fuentes de evidencias.

Fuente de la evidencia	Fortalezas	Debilidades
Documentación	<i>Estable</i> : pueden ser revisadas en repetidas ocasiones. <i>Discreta</i> : no se crea como resultado del estudio de casos. <i>Exacto</i> : contiene nombres exactos, referencias y detalles de un evento. <i>Amplia cobertura</i> : largo lapso de tiempo, muchos eventos y muchas configuraciones.	<i>Recuperable</i> : puede ser recuperar. <i>Sesgo en selectividad</i> : si la recogida es incompleta. <i>Parcialidad de la información</i> : refleja parcialidad (desconocida) del autor. <i>Acceso</i> : puede ser bloqueado deliberadamente.
Archivo de Registros	[Igual que para la documentación] Precisa y cuantitativa.	[Igual que para la documentación] <i>Accesibilidad</i> : debido a razones de privacidad.
Entrevistas	<i>Dirigida</i> : se centra directamente en el tema de estudio de casos. <i>Sugestivas</i> : proporciona inferencias causales percibidas.	El sesgo debido a las preguntas mal construidas. <i>Sesgo de respuesta</i> : imprecisiones debidas a la retirada pobre. <i>Reflexividad</i> : el entrevistado expresa lo entrevistador quiere oír.
Observación directa	<i>Realidad</i> : cubre eventos en tiempo real. <i>Contextual</i> : abarca contexto del evento.	<i>Tiempo</i> : consumo <i>Selectividad</i> : menor cobertura. <i>Reflexividad</i> : los acontecimientos puede suceder de manera diferente, debido a que están siendo observados. <i>Coste</i> : horas necesarias de los observadores.
Observación-participante	[Igual que para la observación directa] <i>Percepción</i> sobre el comportamiento interpersonal y sus motivos.	[Igual que para la observación directa] Sesgo debido a la manipulación de los eventos por parte del investigador.
Artefactos físicos	<i>Apreciación de rasgos culturales</i> . <i>Conocimiento de las operaciones técnicas</i> .	<i>Selectividad</i> . <i>Disponibilidad</i> .

Tabla 11: Seis fuentes de evidencias: fortalezas y debilidades. [Fuente: Yin, 2009; 102]

Estas fuentes no son mutuamente excluyentes, al contrario, muchas de ellas son complementarias y para un buen estudio de caso se deben utilizar tantas fuentes como sean posibles. La utilización de diferentes fuentes de evidencias permite la triangulación de información. Patton (2002; en Yin, 2009; 116) presenta cuatro tipos de triangulaciones:

- De fuentes de datos (triangulación de datos),
- Entre diferentes evaluadores (triangulación del investigador),
- De perspectivas para el mismo conjunto de datos (triangulación teoría), y
- De métodos (triangulación metodológica).

El estudio de caso debe tener una cadena de evidencias que permitan realizar un seguimiento desde el conjunto de datos originales hasta el informe final. Demostrando una concatenación lógica de pasos intermedios entre las preguntas de investigación y las conclusiones del estudio de caso. Se debe presentar evidencias de la recopilación de los datos obtenidos. Como así también, con el fin de facilitar el seguimiento de las fuentes, codificar los datos presentes en las distintas fuentes de evidencias.

Por otro lado, en la fase de composición, se debe tener informantes clave que den su opinión sobre el borrador del informe del estudio de caso. El manuscrito del estudio de caso debe ser revisado no solo por investigadores, sino también por informantes clave. Si los comentarios son apropiados, se pueden incorporar como parte de la información recabada (Yin, 2009; 182).

### ***b. Validez interna***

Yin (2009), analiza dos puntos clave con respecto a las amenazas sobre la validez del estudio de caso debidas a efectos espurios. Por un lado, para estudios explicativos, una de las amenazas es la de *conclusiones incorrectas*. Es decir, se puede concluir incorrectamente sobre la relación causal que  $x$  provoca  $y$ , sin conocer que  $y$  se puede deber a un tercer factor  $z$ . Por otro lado, está el problema de las inferencias que realiza el investigador. La imposibilidad de observación directa

y continua de los eventos o las deducciones que resultan de algún suceso anterior (con base en entrevistas y pruebas documentales), no asegura que las conclusiones a las que se han llegado sean las correctas.

Para llevar a cabo la validez interna, realizada durante el análisis de datos, es necesario utilizar tácticas como la comparación de patrones, la construcción de la explicación, el abordaje de explicaciones rivales o la utilización de modelos lógicos (Yin, 2009).

### ***c. Validez externa***

La validación externa se realiza por medio de la definición del dominio en que los resultados del estudio pueden generalizarse. En la generalización de análisis, el investigador se esfuerza por generalizar un conjunto particular de resultados a alguna teoría más amplia.

Una distinción fundamental en el diseño de estudios de caso es entre los diseños simples y múltiples casos (Yin, 2009). Esto significa la necesidad de una decisión, antes de cualquier recopilación de datos, ya sea en un solo caso o casos múltiples que se va a utilizar para hacer frente a las preguntas de investigación.

El estudio de un *solo caso* es un diseño apropiado bajo las siguientes circunstancias:

- Cuando se presenta un caso crítico para confirmar, desafiar o ampliar una teoría.
- Cuando representa un caso extremo o un caso único.
- Cuando el objetivo es capturar las circunstancias y condiciones de un caso representativo o típico.
- Cuando representa un caso de revelación debido a la inaccesibilidad previa del fenómeno.
- Cuando se desea hacer un caso longitudinal, estudiando el mismo caso en dos o más puntos diferentes en el tiempo.

El diseño de *múltiples casos*, tiene sus propias ventajas y desventajas en comparación con los diseños de caso único. La utilización de múltiples casos hace que el estudio sea considerado más robusto, debido a la evidencia que presenta. Pero este tipo de diseño es más caro y requiere mucho tiempo para llevar a cabo.

La utilización de casos múltiples debe seguir un diseño de “replicación” (no un diseño de “muestreo”), junto con un marco teórico que permita indicar las condiciones en las cuales es probable, o no, que se encuentre un fenómeno particular. La replicación puede ser de dos tipos (Yin, 2009; 54):

- *Literal* (predice resultados similares). Donde el número de repeticiones depende la seguridad que desea tener sobre sus resultados (a mayor número de casos, mayor seguridad). La utilización de 2 ó 3 casos permitiría la realización de repeticiones literales.
- *Teórica* (predice resultados contrastantes pero por razones previsible). Donde unos 4 ó 6, permitiría perseguir dos patrones diferentes de repeticiones teóricas.

#### ***d. Confiabilidad***

La confiabilidad se da cuando se demuestra que las operaciones de un estudio, tales como los procedimientos de recolección de datos, se puede repetir con los mismos resultados. “El objetivo es asegurarse que, si más adelante, un investigador siguiera los mismos procedimientos descritos por un investigador que llevó a cabo el estudio de caso, el investigador que esté realizando el mismo caso otra vez debe llegar a los mismos resultados y conclusiones” (Yin, 2009; 45).

El objetivo de la fiabilidad es reducir al mínimo los errores y sesgos en el estudio, por medio de la documentación de los procedimientos. Para esto se lleva adelante se utilizan dos tácticas (Yin, 2009): un protocolo de estudio de caso y el desarrollo de una base de datos de estudio de caso.

El *protocolo*, como instrumento que contiene los procedimientos y normas generales que deben seguirse, debe tener las siguientes secciones:

- Un apartado general del proyecto de estudio de caso (objetivos del proyecto y auspicios, temas del estudio de caso y lecturas relevantes sobre el tema objeto de investigación),
- Los procedimientos de campo (presentación de credenciales, el acceso a lugares del estudios de caso, protección de datos, fuentes de datos, y recordatorios de procedimientos),
- Preguntas del estudio de caso (las preguntas concretas que el investigador caso de estudio debe tener en cuenta en la recogida de datos, y las fuentes potenciales de información para responder a cada pregunta), y
- Una guía para el informe del estudio de caso (esquema, formato de los datos, el uso y presentación de documentación e información bibliográfica).

Las *bases de datos* tienen como fin dar acceso a los datos en bruto que llevaron a las conclusiones del estudio de caso. La base de datos debe estar organizada, clasificada, completa y disponible para su posterior acceso. Y describe a la misma en términos de cuatro componentes:

- *Notas de estudio de caso*: Pueden ser el resultado de sus entrevistas, observaciones o análisis de documentos (escritas a mano, a máquina, en cintas de audio o de procesamiento de textos u otros archivos electrónicos).
- *Documentos de estudio de caso*: Documentos relacionados con la investigación que fueron recogidos durante el curso de un estudio.
- *Materiales tabulares*: Recogidos en el sitio en estudio o creados por el equipo de investigación, pueden incluir encuestas y otros datos cuantitativos.
- *Narraciones*: Producidos por un investigador de estudio de caso sobre la terminación de toda la recopilación de datos, tienen como fin relacionar las respuestas abiertas a las preguntas en el protocolo de estudio de caso.

### **5.1.2. Selección de casos**

Si bien la selección final de los casos puede ser un tema sencillo, debido a una definición previa o a acceso especial que se tenga a un caso en particular, en ocasiones la cantidad de casos disponibles hace necesario la utilización de algún criterio de selección. “Si se va a realizar un estudio de un caso único, elija el caso

que sea probable, a igualdad de condiciones, para obtener los mejores datos. Si se va a hacer un estudio de caso múltiple, seleccionar los casos que mejor se adapten a su diseño de replicación (literal o teórica)” (Yin, 2009; 91).

El procedimiento de selección de casos pertinentes consta de dos etapas (Yin, 2009):

- *Primera etapa:* Recolectar datos cuantitativos sobre el conjunto de candidatos de alguna fuente o archivo (p. ej. bases de datos estadísticas). Y definir criterios pertinentes para estratificar o reducir el número de candidatos. Esta etapa de criba no será necesaria cuando la cantidad de casos a evaluar lo permita.
- *Segunda etapa:* Realizar un examen por medio de la consulta a personas con conocimientos acerca de cada candidato y recoger una limitada documentación sobre cada candidato. Evitando que el procedimiento de selección se convierta en un “mini” caso de estudio de cada caso candidato.

## 5.2. Características del estudio

Para el estudio de caso se va a utilizar un diseño de *múltiples casos*. Junto con el marco teórico desarrollado en el capítulo precedente, los casos múltiples deben seguir un diseño de “replicación” que permita indicar las condiciones en las cuales es probable, o no, que se encuentre fenómeno particular. La replicación considerada apropiada es la *literal* (predice resultados similares). Donde el número de repeticiones depende la seguridad que desea tener sobre sus resultados (a mayor número de casos, mayor seguridad). Se considera oportuno que la utilización de 2 casos permitiría obtener datos con una seguridad adecuada.

Para llevar adelante la investigación se solicitó el apoyo a un centro tecnológico universitario, con una dilatada experiencia en la colaboración con empresa en subcontratación de diseño de producto. El trabajo de campo se va a focalizar en empresas fabricantes de bienes de equipo. Esto nos permite robustecer los resultados manteniendo los factores externos lo más constantes posible, evitando así

las confusiones que puede generar al trabajar con distintos tipos de industrias. La subcontratación que se realiza es cercana y en el mismo país.

En la selección de los casos utilizados, se realizó un examen por medio de la consulta personal del centro tecnológico (director y jefes de proyecto). Esto fue debido a los conocimientos que tenían acerca de cada candidato. Personal autorizado del centro se puso en contacto con las empresas con el fin de averiguar sobre su interés en la participación de la investigación y solicitar su autorización a la cesión de datos necesarios para la investigación.

### **5.3. Recolección del material empírico**

Durante la fase de recopilación de datos se utilizaron, como fuentes de evidencia, la entrevista y la recopilación de información. En los dos casos se utilizó la entrevista como fuente de información en la recopilación de datos. La entrevista fue la misma para todos los entrevistados de los dos casos. Esto hace que algunas preguntas no puedan ser contestadas por determinados informantes, pero, permite obtener la experiencia global del proyecto de cada informante. Dicha entrevista fue enviada a una investigadora de dilatada experiencia en investigaciones de estudio de caso. Sus propuestas fueron incorporadas en las preguntas efectuadas a los entrevistados. En el Anexo 1 se encuentran el listado de dichas preguntas.

Con respecto a la documentación recogida, en los dos proyectos, se buscó que complementaran la información brindada por los entrevistados en lo que respecta a la descripción y caracterización de la empresa. La fuente principal fue Internet. No se recogió información propia del proyecto (planos, resultados de ensayos, etc.).

Con respecto a la triangulación de información, se utilizaron las entrevistas como fuentes de evidencias. Realizando la triangulación entre las distintas respuestas brindadas por los entrevistados.

Con el fin de mantener la cadena de evidencias, por medio de un seguimiento del conjunto de datos originales fruto de las entrevistas, se codificaron los datos obtenidos en las distintas entrevistas. Utilizando para esto el programa ATLAS.ti 6.

A continuación, se describen los dos casos que participaron en el estudio empírico. A los cuales, por cuestiones de confidencialidad, a uno lo llamaremos Turbina y al otro Gancho.

En el caso Turbina se realizaron tres entrevistas. A dos informantes de la empresa que habían participado activamente en el proyecto. Uno de ellos como Jefe de Oficina Técnica y otro como técnico especialista. Por el lado del centro tecnológico, fue entrevistada la jefa del proyecto. El borrador del informe del estudio de caso, fue enviado a esta última informante (considerada informante clave) y a una investigadora independiente, con el fin que brinden opiniones sobre el mismo. Así también, una copia del mismo borrador se envió a un informante de cada uno de los casos estudiados con el fin de obtener su opinión sobre el mismo.

En el caso Gancho también se realizaron tres entrevistas. A dos informantes del centro tecnológico que participaron en el proyecto, uno como Jefe de Proyecto y el otro como Ingeniero de Proyecto. Por parte de la empresa, fue entrevistado el Dueño de la misma, el cual tuvo una participación activa y clave durante todo el desarrollo del proyecto. El borrador del informe del estudio de caso, fue enviado a uno de los informantes del centro tecnológico (considerado informante clave) y a una investigadora independiente, con el fin que brinden opiniones sobre el mismo.

#### **5.4. A modo de síntesis**

En el capítulo se describen todas las consideraciones realizadas durante el diseño de la investigación con el fin de asegurar la calidad de la misma. Partiendo de las distintas características sugeridas por Yin (2009), se desarrollaron todos los pasos para la selección de casos y lograr la validación de diseño. Centrándonos en la validez del constructo, validez interna, validez externa y confiabilidad.

Con respecto a las características del estudio, se decidió utilizar casos múltiples siguiendo un diseño de replicación literal (predice resultados similares). Considerándose oportuno, con respecto a la obtención de datos con una seguridad adecuada, la utilización de 2 casos.

El apoyo recibido por un centro tecnológico universitario, con una dilatada experiencia en el tema, permitió acceder a casos de la industria de fabricantes de bienes de equipo. Permitiendo con esto robustecer los resultados de la investigación, manteniendo los factores externos lo más constantes posible.

Fue considerada oportuna, en la fase de recopilación de datos, la utilización de entrevistas y la recopilación de información como fuentes de evidencia. Para la triangulación de información, se realizaron tres entrevistas por cada caso. Y la utilización de un programa especializado permitió mantener la cadena de evidencias, por medio de la codificación de los datos obtenidos en las distintas entrevistas. Finalmente, el informe de cada uno de los casos se discutieron con una investigadora independiente.

## CAPÍTULO 6 - CASOS ESTUDIADOS

### 6.1. Caso Turbina

#### 6.1.1. Caracterización de la empresa

La empresa se dedica a la industria de la producción minera, posee lugares de extracción en distintos países y una red comercial extendida a nivel mundial. La misma diseña y fabrica parte del equipamiento que utiliza en los procesos de transformación del mineral. Este equipamiento es utilizado en sus distintas plantas de producción, pero no lo comercializa a otras empresas.

#### 6.1.2. Caracterización del proyecto

El proyecto, desde el punto de vista de la empresa, era el diseño y la fabricación de una turbina de eje vertical. La empresa decidió invertir en el proyecto con el fin de aumentar la producción. En palabras de un informante de la empresa:

*“Era en mayor proporción, las máquinas más grande, porque se creía que podían aumentar la producción.” [P4:C2-I2.doc-4:76(12:12)]*

El que la máquina sea una copia de una existente, pero más grande, no eliminaba todas las incertidumbres del proyecto. En palabras de un informante de la empresa:

*“...desde un buen principio nosotros sabíamos que estábamos pisando terreno que no conocíamos nosotros ni el Centro.” [P6:C2-I3.doc-6:16(40:40)]*

#### ***a. Desafíos del proyecto***

La empresa estaba familiarizada con la tecnología de los productos, pues era la misma que se venía utilizando en otros productos de la empresa. En palabras de un informante de la empresa:

*“El concepto de máquina que tenía que seguir una línea, que nosotros ya conocíamos de máquinas anteriores...” [P6:C2-I3.doc-6:8(18:18)]*

En un principio, el trabajo del Centro estaba fijado en diseño y dimensionado del eje de la máquina. Pero, al ser una máquina más grande, se presentaron problemas en relación a la velocidad crítica del eje. En palabras del informante del Centro:

*“El punto clave después de todo, el “quid de la cuestión”, fue conseguir que algo tan grande no se rompiese.” [P3:C2-I1.doc-3:6(24:25)]*

En palabras de un informante de la empresa, se puede observar que la empresa, al momento de presentar al Centro el diseño conceptual de la nueva máquina no era consciente de dicho problema:

*“...[c]uando presentamos el problema de la máquina, el primer boceto que hicimos,... no vimos, que la máquina estallaba.” [P4:C2-I2.doc-4:7(15:16)]*

#### ***b. Estrategia de producto***

La estrategia del producto, si bien no estaba explicitada, fue dirigida hacia el cliente. En este caso la empresa era su propio cliente, pues ellos se diseñaban y construían parte de sus propias máquinas. Cuando se le preguntó a uno de los informantes de la empresa que ordene en una escala coste-tiempo-prestaciones, en

función de la estrategia seguida a la hora de diseñar el producto, la respuesta fue la siguiente:

*“Prestaciones, número uno con peso de 7 sobre 10. En este caso, en este proyecto en particular, el coste número dos con un peso de 2 sobre 10 y tiempo en tercer lugar con un peso de 1 sobre 10. ¿Por qué esto? Porque en cuanto a tiempo, estábamos... en un desarrollo de algo experimental, del cual no sabíamos todavía qué podíamos esperar y sobre el que no había ningún proyecto en particular, en ese momento, que tuviera un requerimiento de tiempo para su ejecución. Sino que era únicamente la exploración de un desarrollo que nos llevara más allá. Como éramos incapaces de saber con todas las dificultades que nos fuéramos a encontrar, las soluciones tardarían en llevarse a término. Estábamos abiertos a que los tiempos no fueran estrictamente los que en un principio estaban previstos. Sin embargo, se dijeron unos tiempos, porque hubo una previsión temporal de la duración del contrato entre las partes. En cuanto a coste, nosotros teníamos una idea previa de qué coste puede tener una máquina de estas características y sabíamos que no se iba a desviar un 300% esa idea original.” [P6:C2-I3.doc-6:9(19:20)]*

Se puede observar que el tiempo de desarrollo del producto no era una estrategia clave. En palabras del informante del Centro:

*“Se alargó mucho porque tienes que ir al ritmo de ellos. Al principio por nosotros, cuando hay cálculos por nosotros. Pero luego, al trabajar con ellos, ellos hacían todas las modificaciones que yo les pedía en 3D, yo ya no hacía nada. Entonces [el especialista de la empresa] me decía “ahora este proyecto pasa a ser menos prioritario, ahora tengo otro”. Bueno, eso va a su ritmo y si ellos no hacían el 3D yo me esperaba y ya está.” [P3:C2-I1.doc-3:9(29:29)]*

*“No [se] siguió para nada [el cronograma del proyecto]. Por nuestra parte hubo muchos retrasos, porque el cálculo de elementos finitos se complica... Era un proyecto: “tenemos que hacer ésta máquina, a ver qué nos sale y que nos salga bien con su innovación” no tenían un tiempo específico. Y entonces*

*para hacer todas las modificaciones había veces que [el especialista de la empresa] decía “mira ahora tengo otra cosa, no me puedo dedicar a éste [proyecto]”. Tendía que durar ocho meses y duró más de un año.” [P3:C2-I1.doc-3:56(107:108)]*

Cuando a un informante de la empresa se le indagó con preguntas y afirmaciones sobre el tema de los tiempos, como por ejemplo “¿se buscó de seguir a rajatabla [el cronograma del proyecto]? o ¿se fue modificando el cronograma del proyecto?, su respuesta fue:

*“[C]omo no necesitábamos vivir de la máquina, entonces era “había que hacerlo” y no había tiempos. En el caso nuestro no había prisas para hacerlo.”. [P4:C2-I2.doc-4:57(61:62)]*

Por otro lado, el tema de los tiempos se tuvo en cuenta cuando comenzó la construcción de los prototipos. Para la primera máquina en informante de la empresa expresa lo siguiente:

*“Llegaba el momento de las prisas, sí, al final del proyecto cuando ya la máquina se estaba construyendo. Entonces sí que llegaban las prisas, porque cuando hay la construcción se tiene que hacer y acabar... Pero al momento de hacer el prototipo, sí que se pedía un tiempo.” [P4:C2-I2.doc-4:55(61:62)]*

Con respecto al tema de costes no fue un tema prioritario durante el desarrollo del producto. Esto se puede observar en las palabras de un informante de la empresa:

*“Eso sí que lo tenía claro el Dueño, ‘quiero la máquina’. Al final sí que decía que coste vamos a construir. Ahora que tengo los planos vamos a ver los precios, ‘qué calculas tú que puede costa’.” [P4:C2-I2.doc-4:79(65:66)]*

*“Mientras se hacía el proyecto no se hablaba de costes. El Dueño siempre decía que “un prototipo debe tirar para adelante”. Últimamente ya cambió un poco, pero decía esto. No se hacía el tema de costes. Yo podría haber hecho los costes de la máquina, pero como la gerencia no me los pedía, entonces era trabajo que me ahorra. Con sinceridad.” [P4:C2-I2.doc-4:55(55:56)]*

Por otra parte, el informante del Centro expresa que sí se tuvieron en cuenta el tema de costes pero solo para el tema de materiales.

*“Solo se manejaron costes del tema de materiales, nada más. O sea, se consultó cuanto podría vales aquello hecho en magnesio o una fundición de aluminio y ya está. Y la decisión la tomaban ellos.”*[P3:C2-I1.doc-3:43(71:72)]

No obstante, al final del proyecto, la empresa sí que tenía en cuenta el tema de costes. En palabras de un informante de la empresa:

*“Cuando yo lo presenté (al proyecto), presenté lo que costaba la máquina y él (el Jefe de Oficina Técnica) ya presentó todo su proyecto al Dueño.”* [P4:C2-I2.doc-4:65(77:78)]

Y al tener conocimiento de los costes de la máquina y la instalación, tanto por la Jefatura de Oficina Técnica como por el Dueño, y no presentar objeciones hace pensar que los costes fueron aceptados. En palabras de un informante de la empresa:

*“...él (el Jefe de Oficina Técnica) ya presentó todos los costes de la instalación, claro la instalación era bastante grande con toda la estructura metálica y todo. Ya lo presentó al Dueño y se puso en marcha.”* [P4:C2-I2.doc-4:80(79:80)]

### **6.1.3. Relación universidad-empresa**

La empresa, básicamente, buscaba una colaboración en la realización de tareas para las cuales no tenían conocimientos internamente. Esto era cubrir la necesidad de realizar cálculos para el diseño de las máquinas. En palabras de los informantes de la empresa:

*“...[L]o que estábamos buscando era criterio mecánico para que fueran posibles unas solicitudes determinadas de máquina.”* [P6:C2-I3.doc-6:3(12:12)]

*“Al comienzo del proyecto se había contactado con la universidad para que hagan algunos cálculos.” [P4:C2-I2.doc-4:11(18:18)]*

Hasta ese momento la empresa contaba con la colaboración de un Ingeniero Senior, pero estaba en proceso de jubilación. Si bien no era personal fijo de la empresa, realizaba una colaboración bastante estrecha con la misma. En palabras un informante de la empresa:

*“Todo vino a que teníamos un Ingeniero que nos ayudaba bastante en esos puntos de la máquina (cálculos), pero dijo en un momento que ya no seguía (con las colaboraciones con la empresa, tenía 78 años). Empezó a hacer este proyecto, pero dijo que ya no seguía... Bueno, entonces el Dueño de la empresa, me dijo a mí si yo quería llevarlo porque prácticamente lo que el Ingeniero me decía, o lo hacía él y yo lo pasaba a SolidWorks. Entonces yo dije que sí, pero necesitaba alguna ayuda de cálculo...” [P4:C2-I2.doc-4:11(18:18)]*

La empresa tenía experiencia de haber trabajado con otras universidades. En palabras de un informante de la empresa:

*“[H]a habido varios tanto con... otros departamentos de la [universidad], con otras universidades o spin off de esas universidades...” [P6:C2-I3.doc-6:1(10:10)]*

También se debe aclarar que, durante el transcurso del proyecto la empresa había intentado realizar actividades con otro Centro Tecnológico, pero no recibieron una respuesta adecuada. En palabras de un informante de la empresa:

*“...otra parte que era la parte fluido dinámica, en la que no conseguimos un socio que colaborara de manera eficiente.” [P6:C2-I3.doc-6:22(12:12)]*

Esto fue confirmado por el informante del Centro:

*“Si, ellos de hecho querían pero creo que no llegó a ser realidad... Entonces les dijimos, ‘hablar con ellos (los del laboratorio)’, y ellos decían, ‘si, si, ya*

*intentamos pero no hemos podido contactar, no contestaron’. Pero me parece que al final no pasó nada.” [P3:C2-I1.doc-3:11(32:35)]*

**a. Incentivos a objetivos alcanzados**

Con respecto al tema de incentivos sobre objetivos. Un informante de la empresa comentó:

*“[E]ra práctica habitual tener un valor de contrato y otro valor adicional como remuneración por objetivos claramente definidos e identificados. En ésta colaboración en particular la verdad que no me acuerdo, no estoy seguro pero yo diría que no.” [P6:C2-I3.doc-6:2(10:10)]*

*“... [R]ealmente no tenía sentido buscar esas garantías en una colaboración que se restringía exclusivamente al concepto de las solicitudes mecánicas. Sí, hubiéramos podido pensar que sobre esas solicitudes mecánicas hubiera una garantía y hubiera incluso un margen, pero no se pensó en ese momento. Y por eso no se han incorporado. Pero es práctica habitual de la empresa incorporar, si se puede.” [P6:C2-I3.doc-6:4(12:12)]*

*“Considera[mos] que tanto la experiencia del Centro y el conocimiento [del Director] era garantía suficiente para poder llegar a desarrollar los objetivos.” [P6:C2-I3.doc-6:5(13:14)]*

Ante la pregunta sobre si se habían establecido incentivos internos en la empresa en función de objetivos, la respuesta del informador de la empresa fue negativa:

*“[Para] mí no habían... incentivos a los objetivos [alcanzados].” [P4:C2-I2.doc-4:52(33:34)]*

La misma respuesta negativa fue dada por el informante del Centro sobre si hubieron incentivos, tanto internos (del Centro a los participantes del proyecto) como externos (de la empresa hacia la universidad). En palabras del informante del Centro:

*“No [hubo incentivos por alcanzar una meta en particular, ni internos ni externos].” [P3:C2-I1.doc-3:32(55:57)]*

### ***b. Gestión de las especificaciones***

Para el Centro las especificaciones no eran las del producto, sino la de los cálculos. En palabras del informante del Centro:

*“Nosotros teníamos unas especificaciones, entre comillas, de nuestro estudio, de nuestro análisis, pero no de producto.” [P3:C2-I1.doc-3:41(70:70)]*

La empresa traía una idea de diseño conceptual basada en diseños anteriores y en experiencias previas. Las especificaciones que se tenían no eran negociables. En palabras de un informante de la empresa:

*“Digamos que nosotros asumíamos el riesgo que nuestro concepto no fuera el adecuado porque realmente no se podía entrar adentro de nuestro concepto de empresa. Sino, únicamente el diseño mecánico.” [P6:C2-I3.doc-6:24(14:14)]*

*“[Hubieron] condicionantes geométricos que hicieron que la solución no fuera totalmente abierta. Y esos condicionantes se explican a partir de un diseño preliminar nuestro. Nosotros decimos, ‘nuestro concepto de máquina es éste’. Y le presentamos un esquema más o menos detallado de cómo creemos que acabará siendo esta máquina.” [P6:C2-I3.doc-6:25(18:18)]*

En palabras del otro informante de la empresa:

*“[Por parte de la gerencia de la empresa fue] ‘queremos esta máquina que vaya a estas vueltas...’.” [P4:C2-I2.doc-4:27(39:40)]*

La información brindada por la empresa al Centro sobre su proceso de producción y su maquinaria fue muy escasa. En palabras del informante del Centro:

*“... [N]os dieron un esquema del proceso. Nos dieron, no, simplemente fue dibujado sobre la marcha por el Jefe de Oficina Técnica,... de hecho le dije*

*“esto me lo puedes dar” y me hice una fotocopia o me lo traje directamente. Porque si no, no teníamos un esquema del proceso. Nos dieron eso y un plano general, del conjunto general, general, de toda la máquina ‘aquí había una carcasa, una campana, unos sopladores/sifones...’, esto al final hacía 6 metros. O sea, un plano... donde se veía todo y sí que nos dijeron ‘ésta máquina esta en éste proceso... y esto entra por aquí, esto entra por allá y a nosotros nos interesa... ver si esto va a funcionar’.” [P3:C2-I1.doc-3:71(100:100)]*

Esta escasa información dada por la empresa puede ser fruto de la actitud de la propia empresa ante posibles copias y fugas de conocimiento. En palabras de un informante de la empresa:

*“... [L]a empresa estaba muy cerrada, ni aceptar ni decir cómo se hace el producto (el mineral procesado). Se está muy cerrado en esto para evitar posibles copias o fugas de conocimiento.” [P4:C2-I2.doc-4:72(70:73)]*

El informante de la empresa también negó que se le brindase al Centro información sobre la futura estrategia de los productos desarrollados:

*“[No se les informó al Centro sobre] la parte estrategia del producto. Es decir, [no se les dijo] ‘nosotros vamos a hacer este producto, pero queremos que evolucione de esta forma’.” [P5:C2-I2.doc-5:25(37:38)]*

### ***c. Control del diseño***

Para evaluar el avance del diseño a lo largo de los proyectos solo se realizaron prototipos virtuales de piezas o conjuntos. En palabras del informante del Centro:

*“No se hacían prototipos parciales [físicos].” [P4:C2-I2.doc-4:45(58:58)]*

El informante del Centro confirma que se realizaron prototipos virtuales:

*“... [E]l cálculo de elementos finitos se complica (piensa que tiene 120 álabes y simular aquello, que quisimos simular, costaba mucho...” [P3:C2-I1.doc-3:72(108:108)]*

Para validar el diseño se realizaron prototipos físicos al final del proyecto, cuando ya se tenía todo el proyecto acabado. En palabras de un informante de la empresa:

*“[Cuando decía ‘esto se queda como bueno’] [s]e presentaba todo y luego venía el prototipo. Hacer el prototipo era cuestión de presentar los planos a dos o tres empresa. Yo llevaba todo el tema de la construcción y seguimiento del prototipo.”* [P4:C2-I2.doc-4:74(51:52)]

*“[Para evaluar el rendimiento del producto, si el producto funcionaba o no,] [s]olo se hacían prototipos finales.”* [P4:C2-I2.doc-4:45(58:58)]

El primer prototipo explotó, pero se pudo reparar. Los prototipos fueron luego utilizados en el proceso de producción. En palabras del informante del Centro:

*“Se hizo un prototipo. Es que solo se hizo uno y eso lo agradecieron. El primero sí que explotó algo pero se arregló. Pero solo tuvieron que hacer uno y el que está funcionando en [una de sus fábricas]. Todo eso se lo ahorraron, porque ellos seguramente hubieran hecho el primero, se les hubiera roto, hubieran hecho otro.”* [P3:C2-I1.doc-3:44(73:74)]

La gestión del prototipo era realizada por la propia empresa. En el emplazamiento de las máquinas era necesaria una estructura metálica, la cual fue diseñada y fabricada por una tercera empresa. La empresa solo verificaba que todo encajara bien. En palabras de un informante de la empresa:

*“Y yo hice el proyecto de como tenía que ir todo. Eso se lo pasaba a mi Jefe para que diera el visto bueno de cómo tenía que ir. Yo presentaba las cargas que había, los pesos de todo lo que había y entonces otra empresa se dedicaba a diseñar la estructura metálica. Yo lo que hacía era pasar de AutoCad (generalmente los diseñan estructuras trabajan en AutoCad) a SolidWorks y verificar (énfasis del entrevistado) que todo encajara bien.”* [P4:C2-I2.doc-4:46(58:58)]

#### 6.1.4. Estructura organizacional

A lo largo de la relación, el equipo de trabajo de la empresa contaba con tres personas: el Dueño de la empresa, el Jefe de Oficina Técnica y el Técnico Especialista. También hay que decir que, en el principio del primer proyecto, y durante un breve período de tiempo, participó del desarrollo un Ingeniero Senior. En palabras del informador de la empresa:

*“Por parte de la empresa estábamos el Dueño, el Jefe de Oficina Técnica... y yo, que hacía todas las máquinas especiales.”* [P4:C2-I2.doc-4:18(26:26)]

*“En un principio había un Ingeniero industrial mayor, que es el que era exterior...”* [P4:C2-I2.doc-4:40(54:54)]

*“...pero dijo en un momento que ya no seguía con las colaboraciones con la empresa, tenía 78 años. Empezó a hacer éste proyecto [el primer proyecto], pero dijo que ya no seguía.”* [P4:C2-I2.doc-4:80(79:80)]

Esto se puede confirmar por el informante del Centro:

*“Al principio vino a las reuniones un Señor, las primeras reuniones,... era como un asesor que ellos tenían externo no sé si estaba jubilado, o si había trabajado en la empresa”* [P3:C2-I1.doc-3:68(66:66)]

Por parte del Centro, el equipo de trabajo está compuesto por el Director del Centro y una Ingeniera que hacía los papeles de Jefe de Proyecto y de Ingeniera de proyecto. En palabras del informante del Centro:

*“No, [no, tenías un equipo de trabajo] empecé yo sola.”* [P3:C2-I1.doc-3:13(40:41)]

Así mismo, la participación del Director del Centro también se vio reflejada durante el trabajo. En palabras del informante del Centro:

*“Con él [el Director] íbamos pensado aquí [en la universidad]...”* [P3:C2-I1.doc-3:21(44:44)]

Por parte del informante de la empresa se confirma dicho equipo de trabajo:

*“Ellos (el Dueño de la empresa y el Jefe de Oficina Técnica) decían ‘esto tenía que ser así, así y así’, el Director del Centro decía cómo tenían que ser los cálculos y yo lo plasmaba conforme se decía. Yo lo presentaba, luego la Ingeniera del Centro hacía los cálculos...”* [P4:C2-I2.doc-4:82(26:26)]

### **6.1.5. Integración de conocimiento en la definición de las reglas de diseño**

#### ***a. Definición de las Reglas de Diseño: Equipo de trabajo***

El equipo arquitecto de producto estaba formado principalmente por el Dueño de la empresa y el Ingeniero Senior, el cual solo participó al principio del proyecto. Esto se ve reflejado en la siguiente cita del informante del Centro:

*“Entonces creo que éste diseño lo había hecho este Señor, o se había basado en lo que decía este Señor. Entonces cuando nosotros dijimos ‘no, no, esto tiene que acotarse más’ ‘estos rodamientos nosotros los cambiaríamos’, y venía éste Señor y decía ‘no porque estos rodamientos tienen que ser así...’. Y al final nosotros desaconsejamos esos rodamientos, calculamos otros y no los pusieron porque aquel Señor dijo que no... [C]on el Jefe de Oficina Técnica yo ya hablaba y me decía ‘mira es que lo ha dicho [el Ingeniero Senior] y es complicado, cuando una decisión ya se ha tomado porque lo ha dicho este Señor y ha funcionado bien, ha funcionado siempre’...”* [P3:C2-I1.doc-3:69(66:66)]

Este Ingeniero Senior también ejercía el mismo rol dentro de la empresa. En palabras de un informante de la empresa:

*“En un principio había un Ingeniero industrial mayor, que es el que era exterior, él pensaba las máquinas y yo hacía el resto de las máquinas. Y así estuvimos tirando hasta que el hombre se jubiló.”* [P4:C2-I2.doc-4:40(54:54)]

Luego que éste Ingeniero Senior dejara de participar en el proyecto el arquitecto de producto pasó a ser el Dueño de la empresa. En palabras del informante del Centro:

*“Porque el Dueño lo tenía que decidir todo, estaba jubilado y fuera de la empresa, pero él decidía.”* [P3:C2-I1.doc-3:70(44:44)]

La participación del Centro en la definición de las reglas de diseño quedó relegada muchas veces al papel de asesores. La exigua información brindada por la empresa al Centro sobre su proceso de producción y su maquinaria, hizo que éste no contara con la información necesaria que le permitiera ofrecer soluciones a nivel de diseño conceptual. En palabras del informante del Centro:

*“Y el Director del Centro hizo su primer [cálculo]... Yo hice un primer [cálculo con elementos finitos]... Ya supimos... que esto rompía por velocidad crítica... y entonces empezamos a hacer nuestras propuestas [de forma interna].”* [P3:C2-I1.doc-3:71(101:101)]

*“... [S]e les presento [el cálculo] y ‘mira, no va a funcionar, esto se va a romper, ¿qué hacemos?’. ...Entonces se [les] propuso inicialmente... ‘modificar toda la estructura’. Pero ya lo veíamos que esto iba a ser complicado... [P]ero ellos dijeron ‘esto no puede ser’, ‘esto no’, ‘esto no se puede’... ¿Por qué el proceso tiene que ser así? ¿Por qué tiene que salir por aquí? No lo sé, ellos al proceso se lo conocen suficiente. Ya se acordó ‘vale, pues esto no’. ...Vale, pues nada, solo nos queda ir a rediseñar éste. Rediseñar con lo que ya tenemos.”* [P3:C2-I1.doc-3:71(102:102)]

*“Pero sí que se trató de intervenir, pero claro, o porque no conocíamos el proceso, y por cuestiones de proceso no se podía hacer, o porque eso ya era así, o porque intervenía [el Ingeniero Senior], que iba a misa.”* [P3:C2-I1.doc-3:51(98:98)]

*“... [N]osotros quisimos intervenir en lo que pudimos, pero era inamovible. Sí, que lo dijimos ‘que no fuese así’, ‘que fuese cogido así’ o ‘que rodamiento estuviese integrado por abajo’ o cambiar algunas cosas. Pero al final no pudimos intervenir en nada. Sí que hicimos propuestas, pero no [se*

*aceptaron]. Había propuestas que ‘ésta no puede ser porque no lo permite, si la entrada de producto es por aquí, así lateral, tú no puedes tener nada que tenga aceite o grasa aquí, en el camino de paso del polvo’. Por lo tanto, los rodamientos tienen que estar fuera, eso ya te limita y eso no lo conocíamos, vale nos lo explican y tal. ‘Que estuviese así’, ‘no porque entonces esto aquí’ y lo mismo ‘el producto entra por aquí, entonces tiene que salir por aquí de largo, entonces nos hace turbulencias de que tiene que estar libre’, vale, está bien.” [P3:C2-I1.doc-3:49(92:92)]*

*“... [Con el] motor también pasó. Estaba acoplado con esos acoplamientos elásticos y entonces... se propuso de sacarlo (de arriba de la turbina) y poner una transmisión por correa..., y así... eliminar las vibraciones. Pero no se quiso hacer.” [P3:C2-I1.doc-3:55(106:106)]*

Así y todo, el Centro tuvo participación en la definición de otras reglas de diseño. En palabras de uno de los informantes de la empresa:

*“... [N]os propusieron (el Centro a la empresa) un sistema de construcción, de como tendríamos que tirar para ver qué pasaba. Yo lo que hacía mecánicamente, en SolidWorks, pasar lo que ellos me orientaban como tenía que ir e iba por aquellos derroteros hasta pasárselos otra vez para que ellos hicieran el recalcu, hasta conseguir que digan ‘esta máquina tiene que aguantar a ésta velocidad’.” [P4:C2-I2.doc-4:83(15:16)]*

Por parte del Centro, se realizaron aportaciones en lo que respecta a la utilización de distintos materiales. Pero en lo que respecta al uso de distintas tecnologías de fabricación, la empresa se mostró receptiva. En palabras del informante del Centro:

*“Si, ellos estaban familiarizados [con la fabricación], pero en lo que hacen ya no lo cambian. Pero lo que sí se introdujo cosas nuevas en fabricación, en materiales sobre todo. Ellos siempre utilizaban acero y se introdujo aluminio, magnesio, titanio, etc. Al final no se introdujo todo en la misma máquina, pero al menos como concepto, explicárselos y poder ver las ventajas y tal, eso sí.” [P3:C2-I1.doc-3:5(20:21)]*

En palabras de un informante de la empresa se puede apreciar que el diseño conceptual era definido por el arquitecto de producto, no participando en ello el Técnico Especialista de la empresa:

*“Muy poco se hablaba... en la empresa... sobre la máquina o de cómo hacerla. Se decía cómo se tenía que hacer, te lo daban y hay que hacer esto. Me dijeron... que el engrase [de los rodamientos] tenía que ser por aceite. Yo desarrollé un sistema para poder poner el aceite sin cárter.”* [P4:C2-I2.doc-4:4(10:10)]

La fabricación de los productos no fue realizada por la propia empresa, sino que la misma fue subcontratada a terceros. Una de las particularidades que tenía la empresa, es que el Técnico Especialista tenía experiencia en fabricación de máquinas especiales. En palabras de un informante de la empresa:

*“Si[, yo tengo experiencia en el tema de fabricación]. Primero había tenido un taller de construcción de maquinaria que trabajamos con planos del cliente.”* [P4:C2-I2.doc-4:39(53:54)]

*“Los trucos del taller los conocía, yo había tocado todas las máquinas del taller (torno, fresadora, etc.).”* [P4:C2-I2.doc-4:42(54:54)]

Esto es confirmado por el otro informante de la empresa:

*“[El] delineante que tenía mucha experiencia en fabricación porque había sido Dueño de un taller mecánico... [S]us conocimiento son de mucho valor. Y se incorporó a la empresa como delineante-proyectista pero con la idea de que su criterio mecánico nos ayudara en el diseño de máquinas y elementos, como así fue.”* [P6:C2-I3.doc-6:13(21:22)]

### ***b. Definición de las Reglas de Diseño: Mecanismo/s de Integración***

Durante la definición de las reglas de diseño, se utilizó como mecanismo de integración de conocimiento la realización de reuniones periódicas. En palabras del informante del Centro:

*“...íbamos haciendo reuniones periódicas con el Jefe de Oficina Técnica [y el Dueño de la empresa]. Ellos venían o íbamos nosotros.” [P3:C2-I1.doc-3:15(41:41)]*

Luego, durante un periodo de tiempo, el Centro estuvo realizando cálculos sobre una pieza crítica, pero los resultados que se obtenían no permitían avanzar en el proyecto. En dicho período no se realizaron reuniones. Pero cuando se obtenían buenos resultados de los cálculos que se iban realizando, se organizaban reuniones para informar de los mismos y tomar decisiones sobre el camino a seguir. En palabras de un informante de la empresa:

*“... [L]es decíamos ‘mira tenemos resultados’, ‘tenemos que hablar [hacer una reunión]’ y les presentamos las propuesta que nosotros tenemos y que hemos estudiado y que van bien.” [P3:C2-I1.doc-3:18(44:44)]*

Durante este período los participantes de las reuniones eran, por parte de la empresa, el Dueño y el Jefe de Oficina Técnica (luego acabó participando de las reuniones el Técnico Especialista de la empresa), y por parte del Centro su Director y la Ingeniera de Proyecto. En palabras del informante del Centro:

*“... Por parte del Centro era yo y el Director del Centro. ... [Por parte de empresa eran] el Dueño, el Jefe de Oficina Técnica y al final el Técnico Especialista sí que acabo viniendo, porque el principio no venía.” [P 3:C2-I1.doc-3:62(44:44)]*

Esto mismo se puede corroborar con la información dada por el informante de la empresa:

*“El Dueño de la empresa se dedicó a ir al Centro y yo pasaba a limpio lo que ellos me decían que tenía que hacer. Lo pasaba a planos.” [P4:C2-I2.doc-4:13(18:18)]*

*“... Luego pasaba a mí y hacía el primer boceto. Cuando tenía el boceto, lo comprobaba mi Jefe y lo enviaba al Centro para que hicieran los primeros cálculos de velocidad, de inercia o de lo que fuere. Y cuando tenía esto, el*

*Centro me pasaba un informe, que yo le cedía a mi Jefe. [Donde estaban] las novedades que yo tenía que plasmar. Y empezaba otra vez a trabajar para hacer esas novedades que me presentaban ellos (al Centro) para poder llegar a la conclusión final. Cuando hacía esto, que fueron dos o tres veces, volvía a hacer lo mismo y se volvía a pasar al Centro hasta que llegase al final. Cuando ya llegaba al final, que todos estaban de acuerdo, entonces ellos (el Centro) me pasaban un memorándum.” [P4:C2-I2.doc-4:31(44:44)]*

Pasado este primer período, donde principalmente se buscó obtener resultados aceptables sobre el dimensionado de la pieza crítica (eje de la turbina), estas reuniones se siguieron realizando. Las mismas se utilizaron como medio para definir el cómo iba a ser la máquina. En palabras de informante de la empresa:

*“Cómo tenía que ser la máquina se decidía en las reuniones grandes.” [P4:C2-I2.doc-4:30(44:44)]*

*“Mejoras de la máquina eran cuando se hacían las reuniones [con] el Centro. Era cuando yo encontraba las soluciones. ...En las reuniones, yo llego a la conclusión de que van saliendo unas soluciones que yo ya las voy viendo en la máquina, que luego sea real o no, ya es otro cantar... Éstas eran las reuniones que a mí me interesaban más. Haciendo reuniones era cuando salían las mejoras que yo creía que se podían hacer a la máquina.” [P4:C2-I2.doc-4:69(93:93)]*

Con respecto a los mecanismos de control utilizados en la definición de las reglas de diseño, se puede observar que la experiencia del Centro y el reconocido prestigio del Director eran elementos importantes en la subcontratación. En palabras de un informante de la empresa:

*“Efectivamente, [consideramos que tanto la experiencia del Centro y el conocimiento del Director era garantía suficiente para poder llegar a desarrollar los objetivos]” [P6:C2-I3.doc-6:5(13:14)]*

Así también, las limitaciones impuestas por la empresa en lo que respecta al diseño conceptual y a la información brindada, actuaron como sistemas de control sobre el trabajo que el Centro podía realizar. En palabras de un informante de la empresa:

*“[Hubieron] condicionantes geométricos que hicieron que la solución no fuera totalmente abierta. Y esos condicionantes se explican a partir de un diseño preliminar nuestro. Nosotros decimos, ‘nuestro concepto de máquina es éste’. Y le presentamos un esquema más o menos detallado de cómo creemos que acabará siendo esta máquina.”* [P6:C2-I3.doc-6:25(18:18)]

### **6.1.6. Integración de conocimiento en la definición de los parámetros de diseño**

#### ***a. Definición de los Parámetros de Diseño: Equipo de trabajo***

El equipo de trabajo que participó en la definición de los parámetros de diseño estaba formado por personal de la empresa y del Centro. Las personas más implicadas eran el Técnico Especialista de la empresa y la Ingeniera del Centro. En palabras de un informante de la empresa:

*“Luego [de las reuniones grandes] ya era cuestión entre [la Ingeniera del Centro] y yo. Ella, me supongo con el Director del Centro, y yo, con mi Jefe, de lo que presentaba, pero más que nada explicarle ‘presento esto, esto y esto’.”* [P4:C2-I2.doc-4:24(28:28)]

*“Estaba más con la universidad que con mi jefe. Con mi Jefe nunca tenía tiempo (el Jefe no tenía tiempo).”* [P4:C2-I2.doc-4:25(28:28)]

Por parte del Centro hubo propuestas a nivel de diseño de detalle, pero según su informante no fueron aceptadas. En palabras del informante del Centro:

*“Sí que hicimos álabes o formas de álabes o alguna cosa, no (no querían) [no aceptaron las propuestas].”* [P3:C2-I1.doc-3:28(48:48)]

Esto se contradice en parte por lo expresado por el informante de la empresa, el cual muestra el aporte del Centro a su trabajo:

*“El Centro me orientaba bastante en todo. En eso éramos bastante, como decir, ‘yo te digo, tú me dices’. Yo cojo de mi experiencia y pongo mi trocito de arena aquí, entonces ‘es bueno, no es bueno’, ‘va bien o no va bien’. Así acabo un proyecto de estos, poner cada uno su granito de arena y que se tire para adelante.”* [P4:C2-I2.doc-4:71(60:60)]

***b. Definición de los Parámetros de Diseño: Mecanismo/s de Integración***

Los mecanismos utilizados para la integración de conocimiento a nivel de Especialistas fue realizada principalmente por e-mail, teléfono y archivos 3D. En palabras del informante del Centro:

*“Con el Técnico Especialista de la empresa [la comunicación] era vía teléfono, nos llamábamos mucho, casi cada día o prácticamente. Y cuando yo le pedía algo, él a cabo 1 día o 2 me enviaba por e-mail el [archivo 3D], yo lo recibía y seguía trabajando. Vía teléfono o e-mail.”* [P3:C2-I1.doc-3:12(38:39)]

*“Con el Técnico Especialista de la empresa iba hablando casi cada día, ‘oye, esto había que hacerlo más corto, esto tal, esto cual’.”* [P3:C2-I1.doc-3:20(44:44)]

En palabras de un informante de la empresa:

*“Yo... presentaba [el 3D solicitado], luego ella hacía los cálculos y me pasaba correos electrónicos diciendo para donde había que [avanzar].”* [P4:C2-I2.doc-4:21(26:26)]

Si bien el informante de la empresa expresa que no existieron informes entre el Centro y él a nivel de parámetros de diseño:

*“... [T]odos los informes eran más que nada verbales... Nunca nos informamos por escrito entre el Centro y yo, la empresa. [P4:C2-I2.doc-4:47(59:60)]*

Pero se contradice, asegurando que hubo informes que permitieron definir los Parámetros de Diseño:

*“Más que nada había informes de cálculos de resistencia y de todo eso. Los informes que había eran de eso de resistencia, de rodamientos, sistema de engrase, de cómo hacerlo, todo.” [P4:C2-I2.doc-4:50(60:60)]*

Un punto importante en la definición de los Parámetros de Diseño es “quién gobierna el 3D”. Con respecto a la gestión del 3D, el control total del mismo fue realizado por la empresa. Esto implicaba tanto los detalles de diseño (tornillería, mecanizados, etc.), como así también las modificaciones de las piezas debidas a las distintas iteraciones de cálculo. El Centro solo contaba con archivos 3D de piezas particulares, en las cuales solo podían realizar pequeñas modificaciones (utilizadas para realizar cálculos) y cualquier modificación de las mismas era realizada solo por el Técnico Especialista de la empresa. En palabras del informante del Centro:

*“Sí, [ellos gobernaban el 3D], ellos me lo pasaban incluso en formato [3D] que podías hacer alguna cosita pequeña. Todas las modificaciones, y todo lo que me apetecía probar, se lo pedía al Técnico Especialista de la empresa y él lo hacía. A no ser que fuese incrementar un diámetro, que ya lo hacía yo, pero todo lo hacía él. Y hacía un primer frankenstein, digamos, ‘hazme esto más grande y esto así’ aquello era viable para montarlo, ni para fabricarlo, pero yo le decía ‘tu házmelo y yo lo pruebo’. Entonces yo lo calculaba y, si iba bien, él ya hacía modificaciones de montaje, rodamientos, etc.” [P3:C2-I1.doc-3:10(30:31)]*

*“El 3D lo controlaban ellos. Ellos decían ‘nosotros ponemos los tornillos’ y hacían el diseño para la fabricación y el ensamble, en el Centro no hacían nada de esto.” [P3:C2-I1.doc-3:29(49:49)]*

*“Se lo decíamos al Técnico Especialista de la empresa (las distintas modificaciones), él acabada de hacer el 3D de detalle y ya entonces nos lo mandaba a nosotros.” [P3:C2-I1.doc-3:26(44:44)]*

En palabra del informante de la empresa:

*“Yo lo que hacía mecánicamente, en SolidWorks, [era] pasar lo que ellos me orientaban como tenía que ir. E iba por aquellos derroteros hasta pasárselos otra vez para que ellos hicieran el recalcado, hasta conseguir que digan ‘esta máquina tiene que aguantar a ésta velocidad’.” [P4:C2-I2.doc-4:8(16:16)]*

*“Ellos (el Centro) hacían el cálculo teórico y yo plasmaba lo que me decían en los planos [3D].” [P4:C2-I2.doc-4:15(22:22)]*

Si bien el 3D lo manejaba la empresa, el Centro realizó una aportación significativa de “cómo hacer” el diseño de detalle. En palabras de un informante de la empresa:

*“[La información enviada por el Centro a la empresa era de cálculos] de resistencia, de rodamientos, sistema de engrase, de cómo hacerlo, todo.” [P4:C2-I2.doc-4:50(60:60)]*

La razón que daba la empresa era que el Centro debía complementar sus habilidades. En palabras del informante del Centro:

*“Ellos no quería que nosotros dedicásemos tiempo y dinero suyo a hacer una cosa que ellos hacían bien y rápido. Nosotros hacíamos lo que ellos no sabían. Todo lo que sea que yo ponga tornillería, dijeron no.” [P3:C2-I1.doc-3:30(50:50)]*

El Centro enviaba informes regulares, de forma semanal o quincenal, a solicitud del Jefe de Oficina Técnica. En palabras del informante del Centro:

*“... [Habían] informes semanales, más de 4 líneas o un correo y ‘te adjunto las imágenes para que veas por dónde vamos’... Al final acabo así, al principio era más formal pero luego como ya había mucha más confianza, le enviábamos simplemente eso. Luego informes más globales, ‘mensuales’*

*podríamos decir, un informe ‘como Dios manda’ y luego los finales de memoria final, final y luego la memoria de recapitulación de todo.” [P3:C2-I1.doc-3:33(58:60)]*

*“... [D]urante un tiempo en el que no teníamos resultados yo le iba enviando, casi cada semana, los informes de lo que había hecho. ‘Mira, estas son las fotos de los análisis, sigue yendo mal’ o ‘esto sale volando, o sea que el análisis que he hecho no vale’ para que él viese que no estábamos parados. Él me decía ‘tu envíame lo que sea, y yo veo lo qué estás haciendo. Si no sale, no sale, pero yo veo qué están haciendo’ y cada semana le iba mandando algo.” [P3:C2-I1.doc-3:16(41:41)]*

Cuando se realizaron los cálculos de resistencia del eje de la turbina, entre los especialistas se enviaban correos electrónicos de forma regular que eran enviados al Jefe de Oficina Técnica. En palabras de un informante de la empresa:

*“Yo le pasaba [a la Ingeniera del Centro] un correo electrónico de todos los temas, los planos y ella me devolvía con todos los cálculos hechos, todo un informe bien escrito que yo lo pasaba a mis superiores para que lo miraran y lo verificaban y ya está. Yo cuando recibía, yo no tomaba decisiones de cómo estaba [los resultados que estaban en el informe que me enviaban].” [P4:C2-I2.doc-4:49(60:60)]*

*“Más que nada había informes de cálculos de resistencia y de todo eso. Los informes que había eran de eso de resistencia, de rodamientos, sistema de engrase, de cómo hacerlo, todo.” [P4:C2-I2.doc-4:50(60:60)]*

### **6.1.7. Integración de conocimiento entre los equipos de trabajo**

En la integración de conocimiento entre los equipos de trabajo (Arquitecto-Especialistas), se puede decir que tuvo dos etapas. En la primera etapa del proyecto solo se realizaba informes mensuales, los cuales eran enviados previamente a la realización de las reuniones periódicas.

*“[Antes de hacer las reuniones grandes habían informes previos]. ...[S]e les organizaba todo la información para decirles donde estábamos parados y de que tema se va a hablar. Yo hacía un informe bien, con todo ‘mira hemos hecho esto, esto y esto, y además estamos aquí y habría que decidir estas cosas’. Aparte del informe, que el Jefe de Oficina Técnica se leía y hacía un resumen al Dueño.” [P4:C2-I1.doc-4:35(60:61)]*

En una segunda etapa, las reuniones se realizaban en función de los avances de los trabajos efectuados entre los Especialistas de la empresa y el Centro. En palabras del informante del Centro:

*“... [C]ada cierto tiempo, [le decía al Jefe de Oficina Técnica] ‘mira todas estas modificaciones que hemos ido trabajando, funcionan y hay estas opciones vamos a ver si se pueden hacer’ y entonces nos reuníamos.” [P3:C2-I1.doc-3:23(44:44)]*

En palabras de un informante de la empresa:

*“Se hacían cada vez que se había llegado a una conclusión importante de como era la máquina. A lo mejor durante todo el proyecto se hacían dos o tres reuniones, de estas grandes, y no se hacían más.” [P4:C2-I2.doc-4:23(28:28)]*

En esta última cita se puede observar que el Técnico Especialista de la empresa participó de las últimas reuniones. Esto fue a pedido de la Ingeniera del Centro. En palabras del informante del Centro:

*“... [A]l final el Técnico Especialista de la empresa sí que acabo viniendo, porque el principio no venía. Pero yo consideraba de que era muy útil, porque nos ponemos aquí con los planos y tal o con la imagen y yo decía ‘esto estaría bien y ya lo he probado’ o ‘esto sería más corto, más ancho, más estrecho, más pesado, de aluminio, etc.’ y ellos decían “ah, aluminio”, pero el Técnico Especialista de la empresa era el que decía ‘eso no lo podemos montar’ o ‘si hago esto no podré poner los tornillos’, ‘si lo monto por aquí no podré llegar al rodamiento tal’. Porque era él el que tenía la*

*máquina en la cabeza. Entonces era mucho más fácil hacer una reunión con él. Entonces al final ya vino, pero al principio, no. Entonces era donde se decidía.” [P3:C2-I1.doc-3:62(44:44)]*

En palabras de un informante de la empresa:

*“Yo era el que recibía toda la información. Decidían ellos, yo solamente podía decir lo que creía mecánicamente, pero al final decidían ellos. Ellos decían ‘esto tenía que ser así, así y así’, el Director del Centro decía cómo tenían que ser los cálculos y yo lo plasmaba conforme se decía.” [P4:C2-I2.doc-4:22(26:26)]*

A su vez, en las reuniones que participó el Técnico Especialista de la empresa, el Director del Centro fue una fuente de información para esta persona. En palabras de un informante de la empresa:

*“Cuando el Director del Centro hablaba, muchas veces decía cosas que yo pensaba y me decía, ‘tirando por aquí sí que podría mejorar la máquina’. Y eso ya se me quedaba a mí para cuando pasaba a trabajar con la máquina, pues ya lo amoldaba a buscar esa solución que me presentaba más o menos lo que se iba sabiendo.” [P4:C2-I2.doc-4:69(93:93)]*

Preguntado al Técnico Especialista de la empresa sobre si durante el desarrollo del proyecto tenían reuniones internas en la empresa con el Dueño o con su jefe para analizar el avance del proyecto, su respuesta fue que no existieron. Durante reuniones conjuntas Centro-empresa que se hicieron a lo largo del proyecto, fue donde le explicaba al Dueño y al jefe los avances del proyecto. En palabras del informante del Centro:

*“Solamente que cuando había reuniones [con la universidad] yo explicaba a mi jefe [y al Dueño] lo que se había hecho hasta ahora.” [P4:C2-I2.doc-4:73(48:48)]*

### 6.1.8. Resultados del Proyecto y de la Relación universidad-empresa

Los dos informantes de la empresa concuerdan en asegurar que el producto fue un éxito, pues el nuevo diseño de la máquina permitió obtener un producto mucho más fino y con menos consumo de energía. En palabras de los informantes de la empresa:

*“Si, [el producto fue un éxito y] está funcionando. Algunas cositas por ahí, pero sí. [P3:C2-I1.doc-3:59(113:114)]*

*“Yo creo que sí, [que se cumplieron los objetivos del proyecto]. Y con buena rentabilidad para la empresa.” [P4:C2-I2.doc-4:61(68:69)]*

*“Si [, el producto cumplió con las especificaciones].” [P4:C2-I2.doc-4:64(75:76)]*

*“... [A]l final sacaron un mejor producto... [La máquina sacaba] un producto mucho más fino y con un consumo menor. [P4:C2-I2.doc-4:75(14:14)]*

En palabras del informante del Centro:

*“Se han construido 3 máquinas de éstas y están funcionando muy bien.” [P4:C2-I2.doc-4:9(16:16)]*

El Técnico Especialista de la empresa valoró el aporte que había significado para él el trabajar con el Centro, pues le ayudó a innovar. En palabras de un informante de la empresa:

*“Y para mí fue muy bien la relación con la universidad. Porque teníamos al Centro, que yo he visto, que tiene mucha teoría, muchos estudios y mucha innovación. Las empresas nos encajamos en la que hay. El día a día, hay que sacar cosas. Nos ayudó, por lo menos a mí, en innovar algunas cosas.” [P4:C2-I2.doc-4:14(18:18)]*

El Centro contribuyó a mejorar las habilidades de la empresa sobre el manejo de la tecnología utilizada en las turbinas, realizando una hoja de cálculo sobre el

dimensionamiento de las máquinas. Estos cálculos fueron muy valorados por el Jefe de Oficina Técnica. En palabras del informante del Centro:

*“... [S]e les hizo también una modelización, que estuvo muy interesante, de todo lo que pasaba aquí con las fuerzas sobre la partícula. Qué pasaba y qué no pasaba, influencia análisis de sensibilidad del tamaño de esta turbina: diámetros y altura de los álabes, etc. y cómo afectaba todo eso en el caudal de aire que entraba, en las fuerzas, en la cantidad de producto que tenía. Todo esto conociendo el proceso, como lo conocíamos (no muy bien) e incluso se lo dimos. ...[L]o hicimos en Excel y con eso podían calcular cualquier máquina. Podía dimensionarse ‘si queremos una partícula de 0,5 micras, qué diámetros o con qué puedo jugar’, ‘pues mira, con un diámetro tanto y una altura tanto lo conseguiría’. Esto se dio, y creo que se hizo cultura, incluso de su propio proceso, de análisis de qué está pasando... Y eso se le dio, y el Jefe de Oficina Técnica lo agradeció bastante, y decía ‘esto ahora nos sirve mucho y me lo tengo que mirar, porque igual añadiendo yo cosas que igual vosotros no las han tenido en cuenta, perdidas de carga y cosas de estas, yo ahí puedo sacar cosas’.” [P3:C2-I1.doc-3:58(111:112)]*

#### **6.1.9. Mejoras para Futuros Proyectos**

En lo que respecta a la realización de mejora en la gestión de proyectos futuros, la respuesta del informante del Centro fue que no cambiaría nada. La única aclaración que realiza es sobre las arbitrariedades en lo que respecta a las decisiones técnicas. Por un lado, pone de manifiesto que los cálculos realizados por el Centro daban como óptimos un tipo de rodamientos, pero por razones que no fueron explicadas, la empresa decidió poner otros, siendo estos desaconsejados por el Centro.

*“[Si se tendría que hacer nuevamente el proyecto] a nivel de gestión creo que no cambiaría nada. Se alargó el proyecto, pero nunca por la dejadez de ninguna de las dos partes. Ni ellos tampoco nos presionaban de gran forma. En algún momento sí que ‘mira..., te llamo para ver como lo tenéis, porque esto, claro, ya hace más de un mes’. Siempre nos entendimos muy bien. Y*

*cuando [al Jefe de Oficina Técnica le decía] ‘hay que hacer una reunión y les explicamos esto’, ‘vale, cuando les va bien’. No, sinceramente no cambiaría nada. Seguramente se podría haber hecho de otra manera pero no tengo nada que decir. Lo único fue que había decisiones que no podíamos intervenir cuando sabíamos que teníamos razón. Solo eso, todo lo demás, bien. La comunicación, la información, todo.” [P3:C2-I1.doc-3:61(121:122)]*

Preguntado uno de los informantes de la empresa sobre si fueron suficientes las reuniones o hubiera sido mejor hacer más, su respuesta fue que se realizaban cuando se necesitaban. En palabras de un informante de la empresa:

*“Yo cuando me encontraba un poco cerrado y con [la Ingeniera del Centro] ya no llegaba, entonces pedía una reunión. Pedía una reunión para esto.” [P4:C2-I2.doc-4:70(94:95)]*

## **6.2. Caso Gancho**

### **6.2.1. Caracterización de la empresa**

El proyecto nace dentro de una empresa, que desde el primer momento se trabajó como un proyecto autónomo. En palabras del informante de la empresa:

*“[El proyecto nace en la] empresa [madre], que se dedica al tratamiento y procesos de áridos para la construcción... La idea nace en el 2006 y en el 2009 iniciamos la comercialización de las primeras unidades.” [P2:C1-I2.doc-2:42(9:10)]*

El nacimiento del proyecto llevó a la creación de una nueva empresa. En palabras del informante de la empresa:

*“Dentro de una de las reuniones de seguimiento, en las cuales asistimos mi hermano y yo [Dueños de la empresa madre], con el Gerente (de dicha empresa). Observando como movíamos Big-Bags con los camiones grúa, yo*

*vi que las grúas son una maravilla pero tenemos ese gancho que es un trozo de hierro que no tiene nada de sofisticado ni de tecnológico y aún tenemos el problema de que la persona se desplace hasta el punto donde está la carga, y enganchar y desenganchar. Aquí es donde nace [la nueva empresa].” [P2:C1-I2.doc-2:42(9:10)]*

En un comienzo, una vez que tuvieron una idea que podría funcionar, patentaron la solución y querían vender la patente. Al ver que no existía nada en el mercado que realizara funciones similares fue que decidieron buscar una solución industrializable y realizar su comercialización. En palabras de un informante del Centro:

*“Ellos intuyeron una solución en hacer un gancho que enganche solo poniendo un imán y motorizando el gancho, e hicieron un prototipo muy vetusto pero sirvió para validar el concepto. Entonces a partir de ahí ellos patentaron la solución y se dieron cuenta no existía ningún precedente ni nada que se acercase, había cosas que podían desenganchar solas, pero no enganchar y desenganchar. Y decidieron buscar una solución industrializada y comercializarlo ellos.” [P1:C1-I1.doc-1:44(7:7)]*

Debido a la gran variedad de mercados del producto, los cuales son muy distintos de los de la empresa madre, se produce una secesión llegándose a formar una nueva sociedad. En palabras del informante de la empresa:

*“Y ahora en el 2012 hemos iniciado la secesión, donde [la empresa madre] sigue su camino y [se ha creado] una nueva sociedad.” [P2:C1-I2.doc-2:42(9:10)]*

### **6.2.2. Caracterización del Proyecto**

Si bien la idea de inicial fue enfocar el producto al mercado del Big-Bag (sacos de áridos), desde un comienzo se vio que el producto podría ser aceptado en distintos mercados. Esto hizo cambiar el concepto de proyecto, se pasó de pensar de un elemento cuyo fin era ayudar al movimiento de Big-Bag, a un elemento accesorio para camiones grúa y finalmente llegando a ser un accesorio para grúas de todo tipo

de industrias. Esto fue, para la empresa, introducirse en un nuevo mercado totalmente desconocido. No solo por ellos, pues no había en el mercado ningún producto que enganche y desenganche la carga automáticamente, por lo tanto fue crear un mercado nuevo. Sumado a esto, ha sido el tema que era un concepto altamente innovador y sin precedentes. En palabras de un informante del Centro:

*“La empresa no estaba familiarizada con el segmento de mercado y uno de los problemas era éste. ... El negocio de hacer ganchos o de hacer útiles para grúas no lo conocían, solo lo conocían como usuarios. Eso era un problema para definir las funciones que se querían y se fue resolviendo bajo la marcha... Las funciones que quiere que haga el gancho, su peso. Ellos no conocían el mercado y eso era un problema. Y también es difícil conocer el mercado de un producto nuevo, tampoco existen precedentes, por lo cual es complejo también.” [P1:C1-I1.doc-1:4(8:9)]*

En palabras del informante de la empresa:

*“[Teníamos experiencia] [c]on un fragmento del segmento de mercado. Nosotros desarrollamos esto pensado en el personal del camión grúa, sacos de escombros y tal. Al final esto ha sido una fracción, del 10%, de lo que estamos atendiendo. Si lo tendríamos que vender solo allí, el proyecto no habría sido viable. Cuando lo estábamos desarrollando dijimos ‘vamos a mirar que no sea solo para BigBag’. También todos los accesorios que tiene el camión grúa, el porta-pallet, el cubo de hormigón, ‘vamos a hacer un producto que sirva para todo’. Pero seguíamos pensando solo en el mercado ese. Pero claro, cuando lo tuvimos en las manos y tal, empezamos a hablar con uno, con otro, y entonces hemos visto que también sirve para el sector portuario, para el de industrias peligrosas, ambientes tóxicos, galvanizadoras, altas temperaturas, industria pesada del acero, fundiciones, depuración de agua, nucleares, sector eólico, sitios con temperaturas, con alturas. Cada día aprendemos cosas nuevas.” [P2:C1-I2.doc-2:3(14:15)]*

### ***a. Desafíos del Proyecto***

El Dueño de la empresa hace hincapié en que el reto inicial fue atreverse a realizar un producto propio y, en particular, un producto con una gran responsabilidad como fabricante. También pone de manifiesto el desafío de ser integrador de sistemas, la falta de experiencia en las tecnologías utilizadas y el no poder copiar nada, pues era un producto totalmente nuevo. En palabras del informante de la empresa:

*“Un desafío a nivel de reto fue que nunca habíamos hecho un producto propio. Atreverse a todo lo que implica. Es un artículo de seguridad, no es una cosa decorativa, es una cosa crítica. De mucha responsabilidad. Luego que confluyen muchas tecnologías. Al fin y al cabo, lo genial que tiene es que es original, que no había nada como eso. Pero lo complicado es que partes desde cero, no puedes ir a copiar nada y a cada cosa tienes que encontrar la solución para cada uno de los componentes. Luego que tienes que integrar muchas cosas. Uno, el tema mecánico, de resistencia, de muchas toneladas, de seguridad, de normativa, de homologaciones, una responsabilidad. Luego hay el tema que incorpora una electrónica. Luego hay un tema de radiofrecuencia, tener en cuenta la normativa, las incompatibilidades, etc. Luego hay un tema de baterías. Por lo cual es un proyecto multidisciplinar. Es un producto que en principio es relativamente simple, no estas creando un cohete, pero el hecho de que partes desde cero y no puedes fijarte en nada, y que toca un poco de todo representa un reto bestial...” [P2:C1-I2.doc-2:7(17:17)]*

Por su parte el informante del Centro realza los temas técnicos como grandes desafíos del proyecto. En palabras de un informante del Centro:

*“[El desafío más importante del desarrollo fue] [l]a durabilidad y la autonomía del sistema. Y que no se rompiese.” [P1:C1-I1.doc-1:6(12:13)]*

*“El hecho de conseguir una solución compacta, que no se rompa el motor por un mal uso del gancho... Conseguir que dure el tiempo que tiene que durar, el*

*grado de autonomía que tiene que tener... Que no interfiera con las otras emisiones de radio de las grúas.” [P1:C1-I1.doc-1:9(14:14)]*

### ***b. Estrategia de producto***

Existía concordancia sobre la estrategia del producto<sup>10</sup> en lo expresado tanto por el personal del Centro como por la empresa. Ante la petición de ordenar por nivel de importancia las distintas estrategias de producto, el personal del Centro ordenó de mayor importancia a menor: primero “lo que pide el cliente”, luego el “coste del producto” y, finalmente, el tiempo de desarrollo. En palabras de un informante del Centro:

*“Primero, que cumpla con lo qué tiene que hacer y luego el precio, y final el tiempo. Yo entiendo que sí. No existían competidores.” [P1:C1-I1.doc-1:29(66:67)]*

Por parte de la empresa también expresan el mismo orden de importancia en la estrategia de producto. En palabras del informante de la empresa:

*“... [L]o más importante es que lo que salga, cumpla [con las especificaciones]. El time to market era relativo, pues no tenemos competencia. Así que o más importante es sacar un buen producto.” [P2:C1-I2.doc-2:26(51:51)]*

*“No hay libertad total, pero lo que manda son especificaciones funcionales, dimensionales, de coste y fabricabilidad. Eso es lo que manda. Lo que rige esto... Lo que manda es: especificaciones funciones, dimensionales, de peso, de costes y ya está.” [P2:C1-I2.doc-2:20(42:42)]*

Existía un calendario del proyecto que estaba bien detallado. Pero debido al cambio de especificaciones que se fueron realizando a lo largo del proyecto, se realizaron

---

<sup>10</sup> Coste de producto, tiempo o cliente.

actualizaciones periódicas. Llegado un momento determinado, se estableció una fecha de presentación mundial del producto. En palabras de un informante del Centro:

*“[El cronograma del proyecto] [e]staba bien detallado pero... se fue actualizando a lo largo del proyecto. [P1:C1-I1.doc-1:31(72:73)]*

*“... [Había una restricción con respecto al tiempo.] [E]l día 4 de abril [del 2009] era la presentación mundial del gancho... Estaban distribuidores y presentaron el producto a nivel mundial... Algunas piezas fueron artesanales realizadas especialmente para la demostración...” [P1:C1-I1.doc-1:28(63:64)]*

Si bien se tuvieron en cuenta los costes del producto durante su diseño, pues había un rango objetivo, fue recién al final del proyecto donde se pudo comprobar que se iba a estar dentro de dicho rango. En palabras de un informante del Centro:

*“... [Se tuvieron en cuenta los costes del producto a lo largo del proyecto]. Había un precio objetivo...” [P1:C1-I1.doc-1:26(57:60)]*

Los costes del proyecto no fueron una limitación a la hora de mejorar el diseño. En palabras del informante de la empresa:

*“Restricciones de presupuesto hay. Yo tenía un presupuesto para el diseño y un presupuesto para utillajes. Yo hago uno preliminar, antes de empezar, y luego lo voy revisando a medida que va avanzando. En el tema de diseño siempre surgen complementos, por lo que decíamos, cambiamos las especificaciones, vemos la importancia de cambiarlas y decimos “va, vamos a rediseñar esto a incluir lo otro” esto son más horas de diseño. Quizás otro prototipo o lo que sea, entonces se hace adenda o ampliaciones de convenio o lo que sea. Esto alarga los plazos.” [P2:C1-I2.doc-2:25(49:49)]*

Esto mismo se puede comprobar. En palabras de un informante del Centro:

*“[Al Dueño] [l]e preocupaba más el coste del producto, que el del proyecto. De hecho hemos realizado más trabajo del que estaba pensado para*

*conseguir un producto mejor, más optimizado, que cumpla con lo que se quiere.” [P1:C1-I1.doc-1:32(74:75)]*

El Centro conocía en todo momento, y colaboraba técnicamente, en los planes estratégicos del producto. Este conocimiento permitió al personal del Centro comprender mejor lo que estaba haciendo, y así poder realizar mejores propuestas técnicas. En palabras de un informante del Centro:

*“... [El Centro sabía los planes estratégicos de la empresa] bastante bien. Y eso estaba muy bien, porque entiendes mejor lo que haces.” [P1:C1-I1.doc-1:19(39:39)]*

*“Lo... que podíamos aportar estratégicamente interesante son las soluciones que proponíamos, que permitían diferenciarse de otras soluciones.” [P1:C1-I1.doc-1:33(76:77)]*

En la siguiente cita se puede observar el alto grado de conocimiento que tenía el Centro. En palabras de un informante del Centro:

*“Ahora, por ejemplo, en la versión segunda cumple más con los requisitos que pide el mercado. Solamente, por ejemplo, decidir qué peso [soporta los ganchos]. El mercado que quiere 5, 10, 15, 20, 2,5 toneladas. Focalizar que es lo que quiere el mercado, eso nos ha hecho dar muchas vueltas. ... [H]a sido complicado saber lo que el mercado necesita. Igual hay un mercado para 2,5 o 2 toneladas, pero es más extenso en de 5 toneladas. Las funciones que quiere que haga el gancho, su peso.” [P1:C1-I1.doc-1:40(9:9)]*

### **6.2.3. Relación universidad empresa**

El Dueño comenzó a realizar el proyecto con una Consultoría de Ingeniería, en la que trabajaba como comercial. La falta de resultados e incompatibilidades lo llevó a cambiar de lugar el proyecto. En palabras del informante de la empresa:

*“... [E]n una Ingeniería que trabajaba, que hacia outsourcing, empecé con este proyecto. El proyecto fue más o menos bien, pero yo no estaba satisfecho*

*y además a ser la misma empresa donde yo trabajaba había incompatibilidades y... decidí separarlo.” [P2:C1-I2.doc-2:38(20:20)]*

La incertidumbre que presentaba el proyecto, debido a la innovación que se tenía que realizar, y la posibilidad de acceder a subvenciones llevó al Dueño a contactar con el Centro. En palabras del informante de la empresa:

*“Entonces fui a la universidad porque pensé, lo mío es un proyecto de innovación, con mucho I+D... [P]or otra parte, me interesa la universidad porque todo lo que sea pedir subvenciones y ayudas, si ven que colaboras con la universidad te tratan mejor.” [P2:C1-I2.doc-2:10(24:24)]*

La relación entre el Centro y la empresa comenzó con éste proyecto y tiene una duración de dos años (sin precisar). En palabras de un informante del Centro:

*“No había habido ninguna relación, anteriormente, con la empresa.” [P1:C1-I1.doc-1:10(17:18)]*

En palabras del informante de la empresa:

*“Antes del proyecto no se había hecho nada [con la universidad]... Como conocía a este Centro por otras cosas (profesionales y de haber estudiado en esta universidad), decidí comenzar [a trabajar] con él.” [P2:C1-I2.doc-2:38(18:20)]*

Paralelamente, la empresa estuvo desarrollando una parte la primera versión del gancho con otro Centro de la universidad. En palabras de un informante del Centro:

*“Este proyecto fue realizado conjuntamente con otro Centro de la universidad. La parte de control del motor la hicieron inicialmente con [otro Centro de la universidad].” [P1:C1-I1.doc-1:11(21:22)]*

La empresa se encontraba con un diseño inicial del producto, con algunas soluciones muy bien resueltas, pero necesitaba un diseño del producto que le permitiera comercializarlo. Es decir, que la fabricación del producto se encuentre

dentro de un coste determinado, que cumpla con la normativa vigente, etc. En palabras de un informante del Centro:

*“Básicamente el diseño conceptual básico estaba muy claro desde el inicio, pero las posibles soluciones de ese diseño conceptual, no deja de ser diseño conceptual, cuando se implementaban se arreglaban se cambiaban, se modificaban.”* [P1:C1-II.doc-1:41(51:51)]

*“El hecho que capture, por ejemplo, estaba muy bien resuelto desde el inicio.”* P1:C1-II.doc-1:39(14:14)]

*“Primero nos contactaron a nosotros para tener el diseño inicial... [Para] solucionar todo el tema de motorización, durabilidad, materiales, procesos, costes, todo eso...”* [P1:C1-II.doc-1:2(7:7)]

#### **a. Incentivos a objetivos alcanzados**

En los contratos firmados entre la empresa y la universidad no existieron incentivos económicos. Dentro del centro tampoco existieron incentivos en función de los logros alcanzados. En palabras de un informante del Centro:

*“No [hubo incentivos económicos en función de las metas alcanzadas].”* [P1:C1-II.doc-1:18(36:37)]

En palabras del informante de la empresa:

*“Creo que no [hubo incentivos a lo largo del proyecto].”* [P2:C1-I2.doc-2:15(34:34)]

*“Creo recordar que no [figuraba en el contrato que si se terminaba antes de tal fecha, o se cumplía tal o tales objetivos había incentivos].”* [P2:C1-I2.doc-2:15(36:36)]

### ***b. Gestión de las especificaciones***

Al comienzo del desarrollo del proyecto, la empresa realizó una presentación de un prototipo en una Feria de la Construcción<sup>11</sup>, con el fin obtener información que les ayudara a establecer las especificaciones técnicas del producto. Pero al pensar al producto no solo como un accesorio para el movimiento de Big-Bags, sino también como un accesorio para la elevación de cargas en general, estas primeras encuestas les fueron de poca utilidad. En palabras del informante de la empresa:

*“Hicimos una encuesta, en el 2008. Con el primer prototipo fuimos a Construmat, con un camión grúa y el prototipo y a los usuarios del camión grúa (en esa época estábamos solo encerrados en ese mercado) hicimos una encuesta. Por ejemplo, ‘a ti te gusta con mando a distancia, prefieres cableado, con batería, sin batería, de cuantas toneladas necesitas, etc.’. Lo hicimos porque es lo que en un principio se dice que hay que hacer, pero no nos sirvió de nada, porque estábamos cegados en esa idea de mercado.”*  
[P2:C1-I2.doc-2:24(45:46)]

Desde un comienzo las especificaciones técnicas fueron abiertas y se actualizaron a lo largo del proyecto. En estos cambios eran planteados de forma conjunta con el Centro. En palabras del informante de la empresa:

*“[A]l principio se habían hecho las especificaciones, la tabla de especificaciones se iba actualizado a medida que habían modificaciones. Si se ampliaba algo se hacía una adenda describiendo lo que se iba a hacer.”*  
[P2:C1-I2.doc-2:36(59:59)]

*“[A] [a]lgunas renunciamos por coste o por lo que sea no son viables [, pero evidentemente se plantea un] feedback con el Centro...”* [P2:C1-I2.doc-2:21(44:44)]

---

<sup>11</sup> Porque fue el primer mercado al cual se dirigieron.

Por una parte, estas actualizaciones de las especificaciones se debieron al conocimiento que se iba ganando tanto de los futuros clientes del producto como a la exploración de nuevos mercados. En palabras de un informante del Centro:

*“Las necesidades del cliente continuamente se estaban viendo, trabajando.”*  
[P1:C1-I1.doc-1:23(52:52)]

En palabras del informante de la empresa:

*“A veces se cambian porque estamos aprendiendo, no teníamos mercado. Estamos creando nuestro propio mercado y aprendiendo cada vez. Entonces el tema de las temperaturas, en un principio era de -15 a +60 °C. Pero luego vas a una fundición y ves que puedes vender muchos ganchos y el gancho trabajaría a 80 °C.... Los cambios de restricción vienen a veces porque en el desarrollo ves que alcanzar esa especificación implica un sacrificio en otra especificación o porque en nuestro proceso de comercialización, como es un producto tan innovador, tan nuevo, no teníamos mercado y en ese proceso estamos aprendiendo. Por ejemplo, ‘oye, si esta especificación la modificamos podemos entrar en este mercado o en el otro’.”* [P2:C1-I2.doc-2:21(44:44)]

*“... [L]o que hago es escuchar a mi comercial y a mis distribuidores. Cuando vienen y dicen ‘oye he vendido aquí’, [yo les pregunto] ‘y para que lo van a usar’... Y de ahí saco la información. Hay que intentar anticiparte a lo que te van a decir los clientes y aprender de lo que te puedan enseñar tus vendedores.”* [P2:C1-I2.doc-2:24(45:46)]

Por otra parte, a medida que se fue avanzando en la definición técnica del producto y se observaban ventajas si se cambiaban las especificaciones, estos cambios se realizaban. En palabras de un informante del Centro:

*“... [P]or ejemplo,... había una medida que era muy estricta, la hemos cumplido hasta el final y luego no se ha cumplido. Porque se ha visto que había una ventaja. La idea es esa, intentar aguantar hasta que si hay una*

*razón imperiosa que dice que ‘por aquí’ no ganamos nada, pues se modificaba. Y eso ha ocurrido más de una vez.* [P1:C1-I1.doc-1:22(45:45)]

En palabras del informante de la empresa:

*“Vas avanzando y vas viendo que ‘para conseguir ésta especificación al 100% representa el doble de repuestos’ entonces sacrificamos la especificación y tal.”* [P2:C1-I2.doc-2:21(44:44)]

### ***c. Control del diseño***

Desde el inicio del proyecto, antes de comenzar a trabajar con el Centro, la empresa utilizó prototipos para la validación del diseño. El primer prototipo realizado por la empresa les sirvió para validar el diseño conceptual. En palabras de un informante del Centro:

*“Ellos intuyeron una solución en hacer un gancho que enganche solo poniendo un imán y motorizando el gancho, e hicieron un prototipo muy vetusto pero sirvió para validar el concepto.”* [P1:C1-I1.doc-1:1(7:7)]

Durante el desarrollo del proyecto con el Centro, fueron utilizados ensayos y prototipos (reales y virtuales) con el fin de obtener rápidas validaciones parciales de distintas funciones que debería realizar el producto. En palabras de un informante del Centro:

*“Haciendo ensayos y prototipos [es como nos asegurábamos que el producto cumplía con lo que el cliente pedía]. O sea, rápidamente se hicieron unos prototipos para ensayar las funciones. Ahora tenemos el prototipo del segundo. Se está fabricando alguna cosa en paralelo. Pero básicamente una vez que tengamos el prototipo haremos pruebas de durabilidad, antes de fabricar todas las piezas, por si hay algún cambio.”* [P1:C1-I1.doc-1:24(53:54)]

La gestión de los prototipos es llevada en conjunto entre la universidad y la empresa. La fabricación de algunas piezas para los prototipos es realizada por una

tercera empresa, que es el proveedor de las piezas finales. El Dueño de la empresa considera que, el poder realizar prototipos dentro de la misma universidad permitiría disminuir los tiempos de desarrollo.

*“Alguna vez que el Jefe de Proyecto ha intentado que yo haga el prototipo mecanizado con otro Centro de la universidad, [pero] no [se ha podido]... Y al final me estoy yendo a Girona a una empresa que luego me fabrica las piezas... [P]ara el tema de mecanizados y de prototipos podríamos plantearnos de hacerlo ahí mismo (en la universidad). Y quizás sería lo más natural, porque estás ahí dibujándolo y viéndolo, y lo tendríamos mecanizado y lo podríamos montar ahí mismo. Y la cosa iría mucho más rápido.” [P2:C1-I2.doc-2:34(57:57)]*

#### **6.2.4. Estructura organizacional**

La empresa en un comienzo era unipersonal, por lo tanto el equipo de trabajo estuvo formado solo por el Dueño. En estos momentos cuenta con otros colaboradores, pero sigue siendo solo el Dueño el que está en contacto con el Centro. En palabras del informante de la empresa:

*“Yo piloto todo el proyecto tanto a nivel técnico como comercial, bueno todo.” [P2:C1-I2.doc-2:11(26:26)]*

En palabras de un informante del Centro:

*“En éste momento no sé cuánto personal son, pero la parte técnica la llevamos nosotros y el Dueño.” [P1:C1-I1.doc-1:13(26:26)]*

Por parte del Centro, el equipo de trabajo estaba formado por el Jefe de Proyecto y un Ingeniero de Diseño.

*“[En equipo de trabajo del Centro] [d]e Jefe de Proyecto estaba yo y un Ingeniero de Proyecto, el cual fue remplazado por otro durante el transcurso del proyecto por razones ajenas al proyecto.” [P1:C1-I1.doc-1:14(27:28)]*

En una parte del proyecto, se unió al equipo de trabajo personal de la empresa a la que se había subcontratado la fabricación y ensamble. En palabras de uno de los informantes del Centro:

*“... [N]ormalmente [en] las reuniones eran el Dueño, el Jefe de Proyecto y yo (el Ingeniero de Proyecto). Ya cuando estuvimos en contacto con [la empresa a la que se le subcontrataba la fabricación], que fueron los que hicieron la fabricación de las últimas piezas y el montaje final del producto, estábamos todos...”* [P3:C1-I3.doc-3:9(43:44)]

### **6.2.5. Integración de conocimiento en la definición de las reglas de diseño**

#### ***a. Definición de las Reglas de Diseño: Equipo de trabajo***

El equipo de trabajo que definió las reglas de diseño estaba compuesto por el Dueño, por parte de la empresa, y el Jefe de Proyecto, por parte del Centro. En palabras del informante de la empresa:

*“Entonces el Jefe de Proyecto tomó el tema de soluciones técnicas, yo definía el tema de especificaciones, de qué es lo que quería. Intentaba definir las, y él proponía soluciones. Un poco era así.”* [P2:C1-I2.doc-2:12(26:26)]

El papel del Centro era presentar soluciones técnicas y las decisiones finales sobre la selección de dichas soluciones eran tomadas por el Dueño de la empresa, pues era que tenía la visión global del proyecto. Pero el arquitecto de producto estaba formado por el Dueño y el Jefe de Proyecto. En palabras del informante de la empresa:

*“Las decisiones las tomo y las tomaba yo. El Centro lo que hacía era proponer. Ante una posibilidad de varias soluciones, él (el Jefe de proyecto) proponía. A nivel de mecanismos, de soluciones técnicas. El Centro propone. Cuando hay un tema de decisión que afecta a costes, a variación de las especificaciones, soy yo el que tiene que decidirlo, porque hay que ver que el*

*proyecto es un todo. Hay que considerarlo desde costes, especificaciones, etc. Hay cosas que son muy importantes y no puede ser el Centro el que tome esas decisiones.” [P2:C1-I2.doc-2:14(29:30)]*

En palabras de un informante del Centro:

*“[El que tomas las decisiones era el Dueño de la empresa]. Era que decía ‘esto así’. Tiene formación técnica, es Ingeniero, conocía el campo bien, porque había trabajado con el primer diseño que nos llegó.” [P3:C1-I3.doc-3:10(45:46)]*

Así y todo, hubieron aportaciones del Centro al diseño conceptual. En palabras de un informante del Centro:

*“[E]l tema del imán lo trajeron ellos y el tema de levantar el gancho... fue muy libre. [Q]ue funcione” [P3:C1-I3.doc-3:16(67:70)]*

A lo largo del proyecto se fue incorporando personal a la empresa que también aportó ideas sobre las reglas de diseño. En palabras de un informante del Centro:

*“... [E]l comercial que contrataron al final del proyecto [el tema del comando a distancia del gancho]. Porque él [el Dueño] primero nos dijo ‘esto, con un cable montado en el brazo telescópico’ y luego, al cabo de un tiempo, nos dijo ‘no, esto tiene que ser sin cables’... Entonces nos cambiaron el diseño, tuvimos que poner el espacio para la batería, para el control del motor, todo. Porque esto antes [en el principio del proyecto] iba afuera [del gancho] en el camión. El control y la alimentación iban fuera del gancho.” [P3:C1-I3.doc-3:17(71:74)]*

#### ***b. Definición de las Reglas de Diseño: Mecanismo/s de Integración***

En la definición de las reglas de diseño se utilizaron reuniones de seguimiento, que se realizaban de forma semanal, quincenal o mensual. En palabras de un informante del Centro:

*“Hac[íamos] reuniones casi cada semana con él. Prácticamente cada semana, durante todo el proyecto, miramos los avances, comentamos, damos la vuelta, lo cambiamos todo. [P1:C1-I1.doc-1:15(29:30)]*

En palabras del informante de la empresa:

*“Hacíamos reuniones de seguimiento y ahí veíamos [todos los avances]. [La periodicidad de las reuniones se estableció] [d]ependiendo... de la etapa del proyecto. Porque hubo partes donde eran semanales y hubo algunas que eran mensuales.” [P2:C1-I2.doc-2:16(37:40)]*

## **6.2.6. Integración de conocimiento en la definición de los parámetros de diseño**

### ***a. Definición de los Parámetros de Diseño: Equipo de trabajo***

La definición de los parámetros de diseño era realizada por el Ingeniero de Proyecto y supervisada por el Dueño de la empresa. En palabras de uno de los informantes del Centro:

*“[Si bien el Dueño no decía] ‘los tornillos que le ponemos, las medidas, etc.’. Él [decía] ‘este tornillo aquí’, ‘en vez de poner estos de aquí pon otros más cerca o más lejos’ o ‘no me gusta así esta forma, haz el radio más grande o el radio más pequeño’, cosas así.” [P3:C1-I3.doc-3:12(51:52)]*

### ***b. Definición de los Parámetros de Diseño: Mecanismo/s de Integración***

Si bien habían reuniones conjuntas entre el Dueño y el Ingeniero de Proyecto, el intercambio de información a nivel de parámetros de diseño se vio marcado por una comunicación vía e-mail. En palabras de un informante del Centro:

*“[Hacíamos reuniones el Dueño y yo (Ingeniero de Proyecto)] para ver cosas de detalle... [M]ás que enviarle información, él venía bastante. Compartíamos la información, se comentaba todo.... Vía mail bastante...” [P3:C1-I3.doc-3:11(47:50)]*

El Dueño de la empresa realizaba el papel de integrador entre el Centro y las empresas a las cuales se les subcontractaba la fabricación y montaje. En palabras del informante de la empresa:

*“Entonces ves si puedes modificar las especificaciones y que afecta a la batería y a la electrónica. Entonces hablo con los proveedores y se ve si se puede modificar la especificación, se modifica.”* [P2:C1-I2.doc-2:22(44:44)]

No por eso se cortaba el dialogo entre los proveedores y el Centro. En palabras de un informante del Centro:

*“[Nosotros teníamos] contacto con los subcontractados (que hacían la fabricación). [Y el Dueño de la empresa] estaba... bastante [de por medio]”* [P3:C1-I3.doc-3:7(19:24)]

Esto también se puede observar cuando se le pregunta al Dueño sobre la gestión de los prototipos. En palabras del informante de la empresa:

*“Yo pierdo semanas, porque ‘ahora explícale lo mismo a otro’, ‘ahora sube a montarlo’, ‘los problemas son estos’, ‘bueno, bajo a la universidad y explícale los problemas’, ‘redibújame esto’, ‘ahora vete para allá’.”* [P2:C1-I2.doc-2:33(57:57)]

Si bien el Dueño de la empresa realizó un papel importante en la coordinación, fueron utilizadas de reuniones de coordinación entre todos los implicados en la fabricación de los prototipos. En palabras de un informante del Centro:

*“... [N]ormalmente [en] las reuniones eran el Dueño, el Jefe de Proyecto y yo (el Ingeniero de Proyecto). Ya cuando estuvimos en contacto con [la empresa a la que se le subcontractaba la fabricación], que fueron los que hicieron la fabricación de las últimas piezas y el montaje final del producto, estábamos todos...”* [P3:C1-I3.doc-3:9(43:44)]

La gestión del 3D fue realizada íntegramente por el Centro. En palabras de un informante del Centro:

*“[El 3D] [s]e realizaba en la universidad.”* [P1:C1-I1.doc-1:16(32:33)]

En palabras del informante de la empresa:

*“[El 3D lo controlaba la universidad], totalmente.”* [P2:C1-I2.doc-2:13(27:28)]

### **6.2.7. Integración de conocimiento entre los equipos de trabajo**

En las reuniones de seguimiento se observa que el Ingeniero de Proyecto era un participante activo de las mismas. En palabras de un informante del Centro:

*“[Cuando se tomaban decisiones estratégicas], normalmente las reuniones eran el Dueño, el Jefe de Proyecto y yo (el Ingeniero de Proyecto).”* [P3:C1-I3.doc-3:36(43:44)]

Si bien había contacto con los proveedores, en la parte final del proyecto se unió al equipo de trabajo, personal de la empresa a la que se había subcontratado la fabricación y ensamble. En palabras de uno de los informantes del Centro:

*“Ya cuando estuvimos en contacto con [la empresa a la que se le subcontrataba la fabricación], que fueron los que hicieron la fabricación de las últimas piezas y el montaje final del producto, estábamos todos...”* [P3:C1-I3.doc-3:9(43:44)]

El Dueño de la empresa solicitó que no se realizaran informes de seguimiento, pues los considera una pérdida de tiempo. En lugar de los informes, él realizaba un seguimiento muy estrecho de los avances del proyecto (reuniones que llegan a ser casi semanalmente) y tiene acceso a toda la información que se va generando, utilizando correos electrónicos o discos virtuales. En palabras del informante de la empresa:

*“Un informe ‘bueno este mes hemos realizado esto, esto, etc.’, no, no se ha hecho y yo tampoco lo pido porque son cosas que consumen tiempo, el tiempo es dinero y son recursos, y son limitados. ... [S]oy amante de la tecnología y*

*odio el papel y prefiero sistemas de información,... el informe está escrito y está vivo. 'La versión de este plano del día tal de febrero', 'si, este plano estaba así y cambiamos esto'. Y si tienes un sistema como Project12, tiene el informe de principio hasta el final, tienes toda la trazabilidad. Estos sistemas que no te consumen más tiempo que el necesario para hacer el seguimiento y te dan toda la trazabilidad, todo el histórico. El informe te consume tiempo, que da lo mismo si alguien lo acabará mirando o no. Tampoco quiero hacer perder el tiempo a gente. Yo los aprieto mucho, pido el máximo, pero me cuido mucho de pedir cosas que no sean importante.” [P2:C1-I2.doc-2:35(59:59)]*

En palabras del otro informante del Centro se observa que no era muy extendida la utilización de informes:

*“[No era que ustedes pasaban informes regulares sino que él venía regularmente]. Sobre todo al principio [se hicieron informes] ‘los cálculos estos...’, sí. No sé si hice dos o tres en el proyecto y uno al final la acabar el proyecto.” [P3:C1-I3.doc-3:14(59:62)]*

La relación contaba con un flujo de información de forma constante. Entre dichas reuniones, el Dueño tenía disponible información sobre los avances que se iban realizando y en estos momentos, con el nuevo modelo, se utiliza un disco virtual donde se coloca toda la información del proyecto. En palabras de un informante del Centro:

*“[D]urante el proceso tenía disponible el 3D en PDF. Teníamos una comunicación bastante fluida y, periódicamente, también le enviábamos copia de todo.” [P1:C1-I1.doc-1:30(70:71)]*

---

<sup>12</sup> Software que permite realizar el Diagrama de Grant.

### 6.2.8. Resultados del Proyecto y de la Relación universidad-empresa

Tanto el Dueño de la empresa como el Jefe de Proyecto concuerdan que el resultado del proyecto fue un éxito. El primer y gran reconocimiento a destacar es el gran crecimiento de las ventas a nivel mundial, juntamente con la obtención de patente de invención. Por otro lado, fue galardonado con un premio a la transferencia de tecnología y contó con una destacada repercusión mediática. En palabras de un informante del Centro:

*“[El proyecto fue un éxito], permitió crear una nueva línea de producto, ganar cuota de mercado y está vendiendo más ganchos que nunca. [P1:C1-I1.doc-1:34(79:80)]*

En palabras del informante de la empresa:

*“[El proyecto] se presentó a la universidad y ganó un premio. Luego nos han cogido las patentes, que es otro reconocimiento importante. Salimos en [el periódico] La Vanguardia. La verdad que una de las cosas más gratificantes es ir por el mundo y te felicitan ‘es muy original’, ‘está muy bien’, ‘esto tiene futuro’. Todo el mundo lo ve clarísimo. [P2:C1-I2.doc-2:9(21:22)]*

Para el Dueño de la empresa los objetivos del proyecto se han cumplido. Destaca que la falta de modelos o productos de referencia fue un escollo a superar. Pero con el primer modelo en el mercado, tienen una importante fuente de información que les está permitiendo conocer las debilidades del producto para mejorar los futuros modelos. En palabras del informante de la empresa:

*“[Si bien las especificaciones y el coste se fueron] modificando, [los objetivos del proyecto se han cumplido]. Luego el producto que salió al mercado ¿podría haber sido mejor?, sí. Pero cuando lo estábamos haciendo no sabíamos lo que teníamos que hacer. El problema es que, a tiro pasado es fácil. Una vez que estás ahí y has vendido 300 o 400 unidades, ya has visto los problemas que tiene el equipo. ‘Un poco más de par motor en estas aplicaciones el cliente estaría más satisfecho’, ‘si el diseño lo hubiésemos hecho así, o sea, si la polea la hubiésemos guiado con rodamientos no*

*tendríamos tantas averías de rotura del motor como estamos teniendo’. Hay una serie de cosa que dices, ‘oye, lo podrían haber hecho mejor’. Es muy fácil decirlo ahora, pero mira todo lo que hemos tenido que hacer. Hemos partido de cero, no conocíamos a nadie a quien copiar. Y hemos hecho el 90% bien y el 10 % a mejorar. Ahora con el modelo nuevo todo eso lo estamos metiendo, para que el nuevo modelo este por delante.” [P2:C1-I2.doc-2:27(52:53)]*

A nivel de relaciones entre los equipos de trabajo, cabe destacar unos comienzos difíciles que se supieron encarrilar a lo largo del proyecto. En estos momentos el Dueño de la empresa destaca que se encuentra “muy satisfecho” del equipo de trabajo. En palabras del informante de la empresa:

*“Con el Jefe de Proyecto, la verdad de la relación tuvo altos y bajos, tuvo momentos difíciles al principio. Pero hemos encontrado la manera de trabajar bien juntos, conocernos y saber como trabajar. Y la verdad que estoy muy, muy satisfecho.” [P2:C1-I2.doc-2:38(20:20)]*

*“A nivel humano de tienen muy buena gente. Yo estoy muy conforme con el equipo.” [P2:C1-I2.doc-2:30(57:57)]*

### **6.2.9. Mejoras para Futuros Proyectos**

Ante la pregunta sobre que mejoras llevaría a cabo en la gestión si se realizará un nuevo proyecto altamente innovador, el informante del Centro hace hincapié en ser más riguroso en la gestión de las especificaciones. En palabras de un informante del Centro:

*“El tema de las especificaciones sería un poco más riguroso. ...[Que se tenga] muy claro los diferentes objetivos, que se tienen que cumplir y que no. Porque a veces haces reuniones y queda en el aire o en un e-mail y no se refleja en las especificaciones y luego coges un camino que supone un esfuerzo que luego tienes que volver a hacer porque ‘allí va un par’ (de*

*especificaciones) que tenías que cumplir, que no lo cumples.” [P1:C1-I1.doc-1:35(82:82)]*

Un informante del Centro ve muy importante la implicación del cliente cuando se realizando un proyecto de innovación. En palabras de un informante del Centro:

*“[La periodicidad de las reuniones (semanal o quincenal) fue beneficioso.] Tenemos el cliente ahí que llega a molestar, pero está muy bien que el cliente se implique mucho en un proyecto. Porque, normalmente, el que sabe más del proyecto es el cliente,... de cómo tiene que ser el proyecto, cómo lo quiere y las cosas que se tiene que cumplir... Por lo tanto, si lo tienes ahí encima va muy bien para que el proyecto vaya bien. Un cliente que encarga, como quien encarga una estantería, es malo. Malo, porque una estantería es ‘unas medidas, una separación, etc.’ y es fácil. Pero un proyecto de innovación, claro tu hacer tú proyecto de innovación [y puede ser] que el resultado final [al cliente no le sirva].” [P1:C1-I1.doc-1:38(83:84)]*

Un tema que los dos informantes mencionaron es el mejorar la cantidad y velocidad del flujo de información desde el Centro hacia el cliente. Es decir, que el cliente pueda tener información sobre el proyecto en tiempo real. Según un informante del Centro, el fin sería ganar confianza del cliente a través de un mayor control sobre lo que se hace y cómo se avanza. En palabras de un informante del Centro:

*“Creo que se puede mejorar el intercambio de información con el cliente, buscar un sistema que permita siempre tener informado al cliente de lo que haces. Porque muchas veces hay una cierta desconfianza con el cliente porque piensa que se está aquí calculando la velocidad de las moscas y en realidad no es así. Pero si tiene el cliente una manera de visualizar el trabajo que se hace y como se avanza, él lo controla y a su vez te ganas su confianza.” [P1:C1-I1.doc-1:36(82:82)]*

El informante de la empresa expresa la necesidad de utilizar un sistema de información más fluida, considerando como herramienta principal la nube. En palabras del informante de la empresa:

*“Un sistema de información más fluida.... Yo creo que también el Centro tendría que investigar en herramientas de gestión de proyecto en network. Tener Microsoft Project o algo similar para gestionar bien la evolución del proyecto y además que yo lo pueda ver (un Project en la nube)... Para no tener que estar pendiente en la reuniones de papeles, etc. Por otra parte, lo que habéis pensado con el DropBox (colocar los 3D en PDF en la nube), pero avanzar otro paso [colocando directamente los archivos 3D en la nube] y [que yo los pueda ver] con un visualizador de CAD. ... Con esas dos cosas ya mejoraríais muchísimo.” [P2:C1-I2.doc-2:29(57:57)]*

*“Lo que tienen que permitir es acceder a vuestro servidor, solo como lectura, y yo ver los modelos reales [con un visualizador gratuito].” [P2:C1-I2.doc-2:18(40:40)]*

### **6.3. A modo de síntesis**

#### **6.3.1. Caso Turbina**

La empresa es una multinacional que se dedica a extracción y transformación de un determinado mineral. Ésta diseña y fabrica parte del equipamiento que utiliza en sus procesos productivos. Con el fin de aumentar la producción, la empresa decide diseñar y fabricar una turbina de eje vertical de mayores dimensiones que las que tenían en funcionamiento.

La empresa, básicamente, buscaba una colaboración en la realización de tareas para las cuales no tenían conocimientos internamente, más concretamente cubrir la necesidad de realizar cálculos para el diseño de las máquinas.

La familiarización de la empresa con la tecnología de los productos, no eliminaba todas las incertidumbres del proyecto. El trabajo del Centro se fijó en diseño y dimensionado del eje de la máquina, pero surgieron problemas con el tema de la

velocidad crítica del eje. Problema del cual la empresa no era consiente al comienzo del proyecto.

El orden de prioridades en la estrategia del producto era cliente-coste-tiempo. El cliente, a través de las prestaciones de la máquina, era lo principal pues se quería “ver” hasta donde se podía llegar con la tecnología disponible. El coste de la máquina no era una preocupación primordial, porque la empresa tenía previsiones de costes en función de diseños anteriores de otras máquinas. Y el tiempo de desarrollo era la última prioridad debido a la incertidumbre propia de la innovación y a la falta de tener que cumplir con un cliente específico.

Si bien era práctica habitual de la empresa tener una remuneración adicional por objetivos, las limitaciones impuestas al trabajo (solo eje de la máquina) y el tipo de trabajo (solicitaciones mecánicas) hizo que la empresa no los considerara necesarios en esta colaboración.

La experiencia que tenía la empresa en diseños anteriores, hacía que la empresa asumiera el riesgo del diseño conceptual y llevó a que las especificaciones no fueran negociadas. La información brindada por la empresa al Centro sobre su proceso de producción y su maquinaria fue muy escasa. Por una parte, hizo pensar al Centro que esto era una traba a las aportaciones que podía realizar, pero por otra parte la empresa logró limitar la posible fuga de conocimiento.

El control del diseño se llevó a cabo por medio de prototipos, que durante el diseño del producto fueron virtuales. Al finalizar el diseño, la empresa gestionó la fabricación de prototipos físicos.

A lo largo de la relación, el equipo de trabajo de la empresa contaba con tres personas: el Dueño de la empresa, el Jefe de Oficina Técnica y el Técnico Especialista. También hay que decir que, en el principio del primer proyecto, y durante un breve período de tiempo, participó del desarrollo un Ingeniero Senior. Por parte del Centro, el equipo de trabajo está compuesto por el Director del Centro y una Ingeniera que hacía los papeles de Jefe de Proyecto y de Ingeniera de proyecto.

El equipo arquitecto de producto estaba formado principalmente por el Dueño de la empresa y el Ingeniero Senior, el cual solo participó al principio del proyecto. La participación del Centro en la definición de las reglas de diseño quedó relegada muchas veces al papel de asesores. Esto fue debido a la exigua información brindada por la empresa al Centro sobre su proceso de producción y su maquinaria, que no permitió que éste contara con la información necesaria para ofrecer soluciones a nivel de diseño conceptual. Pero sí tuvo participación en la definición de otras reglas de diseño (p. ej. un sistema de construcción). Las reglas de diseño correspondientes a la fabricación fueron definidas por el Técnico Especialista de la empresa, quien tenía experiencia en fabricación de máquinas especiales.

Durante la definición de las reglas de diseño, se utilizó como mecanismo de integración de conocimiento la realización de reuniones periódicas. Luego, durante un período de tiempo, el Centro estuvo realizando cálculos sobre una pieza crítica, pero los resultados que se obtenían no permitían avanzar en el proyecto. En dicho período no se realizaron reuniones. No obstante cuando se obtenían buenos resultados de los cálculos que se iban realizando, se organizaban reuniones para informar de los mismos y tomar decisiones sobre el camino a seguir.

Durante este período los participantes de las reuniones eran, por parte de la empresa, el Dueño y el Jefe de Oficina Técnica (luego acabó participando de las reuniones el Técnico Especialista de la empresa), y por parte del Centro su Director y la Ingeniera de Proyecto. Pasado este primer período, donde principalmente se buscó obtener resultados aceptables sobre el dimensionado de la pieza crítica (eje de la turbina), estas reuniones se siguieron realizando. Las mismas se utilizaron como medio para definir el cómo iba a ser la máquina.

Con respecto a los mecanismos de control utilizados en la definición de las reglas de diseño, se puede observar que la experiencia del Centro y el reconocido prestigio del Director eran elementos importantes en la subcontratación. Por otra parte, las limitaciones impuestas por la empresa en lo que respecta al diseño conceptual y a la información brindada, actuaron como sistemas de control sobre el trabajo que el Centro podía realizar.

El equipo de trabajo que participó en la definición de los parámetros de diseño estaba formado por personal de la empresa y del Centro. Las personas más implicadas eran el Técnico Especialista de la empresa y la Ingeniera del Centro.

Los mecanismos utilizados para la integración de conocimiento a nivel de Especialistas fue realizada principalmente por e-mail, teléfono y archivos 3D. Un punto importante en la definición de los Parámetros de Diseño es “quién gobierna el 3D”. Si bien la gestión del 3D, y el control total del mismo, fue realizado por la empresa, el Centro realizó una aportación significativa de “cómo hacer” el diseño de detalle. La razón que daba la empresa para justificar el control del 3D, era que el Centro debía complementar sus habilidades. El seguimiento del trabajo realizado por el Centro fue realizado por Jefe de Oficina Técnica, a través de informes realizados de forma semanal o quincenal, a solicitud de éste.

En la integración de conocimiento entre los equipos de trabajo (Arquitecto-Especialistas), se puede decir que tuvo dos etapas. En la primera etapa del proyecto solo se realizaba informes mensuales, los cuales eran enviados previamente a la realización de las reuniones periódicas. En una segunda etapa, las reuniones se realizaban en función de los avances de los trabajos efectuados entre los Especialistas de la empresa y el Centro.

Con el fin de disminuir tiempo de desarrollo la Ingeniera del Centro solicitó la participación de las reuniones del Técnico Especialista de la empresa. Esto permitió que el Director del Centro fuera una fuente de información para ésta persona. Hay que destacar que no se realizaron reuniones internas en la empresa con respecto a éste proyecto entre el Especialista y el Jefe de la Oficina Técnica o el Dueño de la empresa. Era durante reuniones conjuntas Centro-empresa, donde le explicaba al Dueño y al jefe los avances del proyecto.

El Centro contribuyó a mejorar las habilidades de la empresa sobre el manejo de la tecnología utilizada en las turbinas. Los dos informantes de la empresa concuerdan en asegurar que el producto fue un éxito, pues el nuevo diseño de la máquina permitió obtener un producto mucho más fino y con menos consumo de energía.

Por su parte, el Técnico Especialista de la empresa valoró el aporte que había significado para él el trabajar con el Centro, pues le ayudó a innovar.

En lo que respecta a la realización de mejora en la gestión de proyectos futuros, la respuesta del informante del Centro fue que no cambiaría nada. La única aclaración que realiza es sobre las arbitrariedades en lo que respecta a las decisiones técnicas. Preguntado uno de los informantes de la empresa sobre si fueron suficientes las reuniones o hubiera sido mejor hacer más, su respuesta fue que se realizaban cuando se necesitaban.

### **6.3.2. Caso Gancho**

El proyecto nace dentro de una empresa. Desde el primer momento se trabajó como un proyecto autónomo, llevando luego a la creación de una nueva empresa. En un comienzo, una vez que tuvieron una idea que podría funcionar, patentaron la solución y querían vender la patente. Al ver que no existía nada en el mercado que realizara funciones similares fue que decidieron buscar una solución industrializable y realizar su comercialización.

Partiendo de la base que era un concepto altamente innovador y sin precedentes, los desafíos del proyecto eran numerosos. Por un lado, la empresa se estaba introduciendo en un nuevo mercado totalmente desconocido, pues no había en el mercado ningún producto que enganchara y desenganchara la carga automáticamente, por lo tanto fue crear un mercado nuevo. Por otro lado, el reto inicial para la empresa fue atreverse a realizar un producto propio y, en particular, un producto con una gran responsabilidad como fabricante. Sumado a esto el desafío de ser integrador de sistemas, la falta de experiencia en las tecnologías utilizadas y el no poder copiar nada, pues era un producto totalmente nuevo.

Existe concordancia sobre la estrategia del producto en lo expresado tanto por el personal del Centro como por la empresa. Ante la petición de ordenar por nivel de importancia las distintas estrategias de producto, la universidad ordenó de mayor importancia a menor primero “lo que pide el cliente”, luego el “coste del producto”

y finalmente el tiempo de desarrollo. Esto se ve reflejado tanto en el cambio de especificaciones que se fueron realizando a lo largo del proyecto, como en que los costes del proyecto no fueron una limitación a la hora de mejorar el diseño. Con respecto a los costes del producto, se fueron analizando ligeramente durante su diseño, pues había un rango objetivo, pero fue recién al final del proyecto donde se pudo comprobar que se iba a estar dentro de dicho rango. Si bien existía un calendario del proyecto, que estaba bien detallado, los continuos cambios en las especificaciones hicieron retrasar el proyecto. Pero llegado un momento determinado, se estableció una fecha de presentación mundial del producto.

La incertidumbre que presentaba el proyecto, debido a la innovación que se tenía que realizar, y la posibilidad de acceder subvenciones llevó al Dueño a contactar con la universidad. La relación entre el Centro y la universidad comenzó con éste proyecto y tiene una duración de dos años (sin precisar). Paralelamente, la empresa estuvo desarrollando una parte, la primera versión del gancho, con otro Centro de la universidad.

La empresa se encontraba con un diseño inicial del producto, con algunas soluciones muy bien resueltas, pero necesitaba un diseño del producto que le permitiera comercializarlo. Es decir, que la fabricación del producto se encuentre dentro de un coste determinado, que cumpla con la normativa vigente, etc.).

En los contratos firmados entre la empresa y la universidad no existieron incentivos económicos. Dentro del centro tampoco existieron incentivos en función de los logros alcanzados.

Desde un comienzo las especificaciones técnicas fueron abiertas y se actualizaron a lo largo del proyecto. En estos cambios eran planteados de forma conjunta con el Centro. Por una parte, estas actualizaciones de las especificaciones se debieron al conocimiento que se iba ganando tanto de los clientes del producto como a la exploración de nuevos mercados. Por otra parte, a medida que se fue avanzando en la definición técnica del producto y se observaban ventajas, si se cambiaban las especificaciones, estos cambios se realizaban.

Desde el inicio del proyecto, antes de comenzar a trabajar con el Centro, la empresa utilizó prototipos para la validación del diseño. El primer prototipo realizado por la empresa les sirvió para validar el diseño conceptual. Durante el desarrollo del proyecto con el Centro, fueron utilizados ensayos y prototipos (reales y virtuales) con el fin de obtener rápidas validaciones parciales de distintas funciones que debería realizar el producto. La gestión de los prototipos es llevada en conjunto entre la universidad y la empresa. La fabricación de algunas piezas para los prototipos es realizada por una tercera empresa, que es el proveedor de las piezas finales. El Dueño de la empresa considera que, el poder realizar prototipos dentro de la misma universidad permitiría disminuir los tiempos de desarrollo.

La empresa en un comienzo era unipersonal, por lo tanto el equipo de trabajo estuvo formado solo por el Dueño. En estos momentos cuenta con otros colaboradores, pero sigue siendo solo el Dueño el que está en contacto con el Centro. Por parte del Centro, el equipo de trabajo estaba formado por el Jefe de Proyecto y un Ingeniero de Diseño. En una parte del proyecto, se unió al equipo de trabajo personal de la empresa a la que se había subcontratado la fabricación y ensamble.

El equipo de trabajo que definió las reglas de diseño estaba compuesto por el Dueño, por parte de la empresa, y el Jefe de Proyecto, por parte del Centro. El papel del Centro era presentar soluciones técnicas y las decisiones finales sobre la selección de dichas soluciones era tomadas el Dueño de la empresa, pues era él que tenía la visión global del proyecto. El Centro conocía en todo momento, y colaboraba técnicamente, en los planes estratégicos del producto. Éste conocimiento permitió al Centro comprender mejor lo que estaba haciendo, y así poder realizar mejores propuestas técnicas. A lo largo del proyecto se fue incorporando personal a la empresa que también aportó ideas sobre las reglas de diseño. En la definición de las reglas de diseño se utilizaron reuniones de seguimiento, que se realizaban de forma semanal, quincenal o mensual.

La definición de los parámetros de diseño era realizada por el Ingeniero de Proyecto y supervisada por el Dueño de la empresa. Si bien habían reuniones conjuntas entre el Dueño y el Ingeniero de Proyecto, el intercambio de información a nivel de

parámetros de diseño se vio marcado por una comunicación vía e-mail. El Dueño de la empresa realizaba el papel de integrador entre el Centro y las empresas a las cuales se les subcontrataba la fabricación y montaje. No por eso se cortaba el dialogo entre los proveedores y el Centro.

La gestión del 3D fue realizada íntegramente por la universidad.

Si bien el Dueño de la empresa realizó un papel importante en la coordinación, se utilizaron las reuniones de coordinación entre todos los implicados en la fabricación de los prototipos y el personal de la empresa a la que se había subcontratado la fabricación y ensamble.

En las reuniones de seguimiento se observa que el Ingeniero de Proyecto era un participante activo de las mismas. El Dueño de la empresa solicitó que no se realizaran informes de seguimiento, pues los considera una pérdida de tiempo. En lugar de los informes, él realizaba un seguimiento muy estrecho de los avances del proyecto (reuniones que llegan a ser casi semanalmente) y tiene acceso a toda la información que se va generando, utilizando correos electrónicos o discos virtuales.

La relación contaba con un flujo de información de forma constante. Entre dichas reuniones, el Dueño tenía disponible información sobre los avances que se iban realizando y en estos momentos, con el nuevo modelo, se utiliza un disco virtual donde se coloca toda la información del proyecto.

Tanto el Dueño de la empresa como el Jefe de Proyecto concuerdan que el resultado del proyecto fue un éxito. El primer y gran reconocimiento a destacar es el gran crecimiento de las ventas a nivel mundial, juntamente con la obtención de patente de invención. Por otro lado, fue galardonado con un premio a la transferencia de tecnología... y contó con una destacada repercusión mediática.

Para el Dueño de la empresa los objetivos del proyecto se han cumplido. Destaca que la falta de modelos o productos de referencia fue un escollo a superar. Pero con el primer modelo en el mercado, tienen una importante fuente de información que les está permitiendo conocer las debilidades del producto para mejorar los futuros modelos.

A nivel de relaciones entre los equipos de trabajo, cabe destacar unos comienzos difíciles que se supieron encarrilar a lo largo del proyecto. En estos momentos el Dueño de la empresa destaca que se encuentra “muy satisfecho” del equipo de trabajo.

Con respecto a qué mejoras se llevarían a cabo en la gestión si se realizara un nuevo proyecto altamente innovador, el informante del Centro hace hincapié en ser más riguroso en la gestión de las especificaciones. Asimismo ve muy importante la implicación del cliente cuando se realizando un proyecto de innovación.

Un tema que los dos informantes mencionaron es el mejorar la cantidad y velocidad del flujo de información desde el Centro hacia el cliente. Es decir, que el cliente pueda tener información sobre el proyecto en tiempo real. Según un informante del Centro, el fin sería ganar confianza del cliente a través de un mayor control sobre lo que se hace y cómo se avanza. El informante de la empresa expresa la necesidad de utilizar un sistema de información más fluida, considerando como herramienta principal la nube.



# **CAPÍTULO 7 - DISCUSIÓN DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES**

Este capítulo presenta, en primer lugar, una discusión de los resultados obtenidos en el estudio de caso a la luz del modelo propuesto. Esto nos permite comprobar si las proposiciones teóricas realizadas se encuentran reflejadas en casos de subcontratación de diseño de producto. En segundo lugar, se exponen las conclusiones donde se analizan las consideraciones tomadas a lo largo del trabajo que permitieron alcanzar los objetivos propuestos. Finalmente, en tercer lugar, se consideran las limitaciones de este trabajo y se proponen líneas para futuras investigaciones.

## **7.1. Discusión de resultados**

En el presente apartado se contrasta el modelo teórico propuesto con los resultados del estudio de caso. En este que se efectuó un análisis pormenorizado de dos subcontrataciones de diseño de producto en una relación universidad-empresa.

### **7.1.1. Caso Turbina**

Con respecto a la integración de conocimiento en la definición de las reglas de diseño fue realizada por medio de grupo de resolución de problemas y toma de decisiones. En este mecanismo participó personal del Centro, el Dueño de la

empresa, el Jefe de Oficina Técnica y, en una segunda etapa, el Técnico Especialista de la empresa. Así y todo, la decisión final la tenía el Dueño de la empresa. Cabe mencionar que el personal del Centro consideró que la limitada información brindada por la empresa restringió sus aportaciones al proyecto. No obstante, se pudo observar que la empresa lo realizó en forma deliberada con el fin de evitar la fuga de conocimiento. A pesar de esto, las aportaciones realizadas por el Centro fueron altamente valoradas por la empresa y el mecanismo utilizado sirvió para integrar el conocimiento de las dos organizaciones. La participación activa de personal de la empresa en la definición de las reglas de diseño permitió que la empresa ganara conocimiento tanto de componente como arquitectónico y evitar la pérdida de control del producto.

En la definición de las reglas de diseño, al comienzo de la relación, se utilizó como mecanismo de control la selección del subcontratado en función de su prestigio y experiencia. Asimismo, durante el transcurso de la colaboración, la construcción de la confianza se reflejó en la disminución de la formalidad de los informes regulares. Las competencias, los valores y creencias, fueron ampliamente valorados por la empresa a tal punto que no dudarían de una futura colaboración. Desde el punto de vista del control, la entrega reducida de información al Centro sirvió para establecer los límites del trabajo realizado.

Con respecto a la integración de conocimiento en la definición de parámetros de diseño, se comprobó que el trabajo fue realizado en forma conjunta entre las dos organizaciones. Esta tarea se caracterizó por tener una complejidad estática, puesto que el trabajo realizado por los diseñadores tenía como fin verificar la viabilidad de las decisiones tomadas por el arquitecto de producto. En cambio, ante una toma de decisiones para fijar un nuevo rumbo al diseño, se realizaron reuniones con el arquitecto de producto. La integración de conocimiento desde el arquitecto de producto hacia el equipo de diseñadores, para la definición de parámetros de diseño, se realizó por medio de reglas de diseño estáticas.

En relación a la integración de conocimiento realizada entre las dos organizaciones durante la definición de los parámetros de diseño, se pudo observar que los

mecanismos utilizados fueron comunicación directa (telefónica y por e-mail) y secuenciación de actividades. Con respecto a éste último, una organización realizaba una actividad y, terminada ésta, la siguiente organización realizaba otra actividad adicional a la anterior. Por esto podemos decir que la definición de los parámetros de diseño se caracterizó por una acción colectiva y una transacción secuencial. La definición en forma conjunta de los parámetros de diseño sirvió para que la empresa ganara conocimiento de componente y evitar la pérdida de control del producto.

Como mecanismo de integración de conocimiento, no fue utilizado personal de enlace. No obstante, un informante de la empresa lo consideró importante para la *incorporación* de conocimiento en la empresa. Permitiendo evitar la dependencia de proveedores.

Con respecto a los mecanismos de control en la definición de los parámetros de diseño, se puede decir que se realizó un seguimiento del trabajo por medio de la utilización informes regulares y de resultados parciales. Así también, la utilización del prototipo sirvió para controlar el diseño en su totalidad. Las especificaciones y la reducida entrega de información al Centro sirvieron como límites del trabajo que podían realizar.

Si bien al comienzo del proyecto la empresa no consideró la incorporación de todos los participantes del proyecto a las reuniones donde se definían las reglas de diseño, sí se realizó desde mitad del proyecto en adelante. Esto permitió integrar el conocimiento del Técnico Especialista de la empresa durante la definición de las reglas de diseño, con el fin de minimizar el tiempo de desarrollo. Estas reuniones también sirvieron para guiar a los diseñadores en la búsqueda de soluciones, es decir fueron utilizadas como un control interactivo. La información dada en los informes regulares y de resultados parciales permitió la integración de conocimiento entre el arquitecto de producto y el equipo de diseñadores.

### **7.1.2. Caso Gancho**

La definición de parámetros de diseño fue realizada por el centro tecnológico con un estrecho seguimiento del Dueño de la empresa. Hay que decir que los conocimientos técnicos del Dueño hacen de éste una persona idónea para realizar dicho seguimiento. Esta tarea se vio caracterizada por una complejidad estática, pues el trabajo realizado por el diseñador, tenía como fin verificar la viabilidad de las decisiones tomadas por el arquitecto de producto. Y, ante una toma de decisiones para fijar un nuevo rumbo al diseño, se realizaban reuniones con el arquitecto de producto. El trabajo fue realizado íntegramente por el personal del centro tecnológico.

Con respecto a los mecanismos de control en la definición de los parámetros de diseño, se puede decir que estuvo caracterizado informes regulares de seguimiento y de resultados parciales. La utilización de prototipos parciales de durabilidad sirvió para controlar el diseño.

Si bien la definición de las reglas de diseño fue realizada por el Dueño de la empresa, el Jefe de Proyecto tuvo una participación importante como arquitecto de producto. El Dueño se nutrió de la información disponible de forma continua (3D en PDF) y la realización de grupo de resolución de problemas y toma de decisiones con el personal del Centro tecnológico. La información brindada por la empresa hizo que el personal del centro tenga una intervención significativa en la presentación de propuestas de reglas de diseño. Las aportaciones realizadas por el centro tecnológico fueron altamente valoradas por la empresa y el mecanismo utilizado sirvió para integrar el conocimiento de las dos organizaciones. No fueron utilizados ni personal de enlace ni rutinas como mecanismos de integración de conocimiento.

Con respecto a los mecanismos de control en la definición de las reglas de diseño, se realizó una selección del subcontratado en función de su prestigio y experiencia. Por parte de la empresa fue expresada una construcción de la confianza a lo largo del proyecto. Y muy valorada la calidad del personal del centro tecnológico. La implicación directa del Dueño de la empresa en la definición de los parámetros y de

las reglas de diseño sirvió para que la empresa ganara conocimiento tanto de componente como arquitectónico y evitar la pérdida de control del producto.

Desde el comienzo del proyecto estuvieron incorporados todos los participantes en las reuniones donde se definían las reglas de diseño. Cuando se creyó oportuno, se incorporaron a las reuniones especialistas de la empresa que realizaba la fabricación y montaje del aparato. Esto permitió la integración de conocimiento durante la definición de las reglas de diseño. La participación activa del Dueño de la empresa, tanto en la definición de los parámetros de diseño como en la definición de las reglas de diseño, permitió un control interactivo que guió al personal del centro tecnológico en la búsqueda de soluciones.

## **7.2. Conclusiones**

El diseño de producto lleva incorporado decisiones que muchas veces resultan clave para la empresa. Por un lado, si se realiza una subcontratación de diseño de producto, se pueden tener definidas de antemano las reglas de diseño (Baldwin y Clark 2000; Ulrich y Ellison, 2005; Wolter y Veloso, 2008). El riesgo de esta situación es que la empresa no crezca o pierda conocimiento arquitectónico, elemento que resulta ser crucial a la hora de innovar (Baldwin, 2010; Henderson y Clark, 1990). Por otro lado, si se deja la definición de reglas de diseño en manos de los colaboradores, se puede llegar a la pérdida de control del producto (Sako, 2003; Zirpoli y Becker, 2011). Es por esta razón que la subcontratación de diseño de producto es conveniente que vaya acompañada por una integración de conocimiento inter-organizativa de modo tal que permita a la empresa incorporar conocimiento al producto, a la vez que crece o mantiene el conocimiento arquitectónico y evita, asimismo, la pérdida de control del producto.

Si bien la integración de conocimiento inter-organizativo en la subcontratación de diseño de producto ha sido considerada en la literatura (Brusoni, 2005; Rundquist, 2009), la perspectiva sobre el carácter dinámico de la definición de las reglas de diseño no ha sido tratada de forma específica. En esta tesis, esta cuestión se ha

concretado y desarrollado a partir de la pregunta de investigación sobre *cómo afecta la definición de las reglas de diseño dinámicas a la utilización de mecanismos de integración de conocimiento inter-organizativo en una subcontratación estratégica de diseño de producto* y del planteamiento de cuatro objetivos.

A fin de caracterizar el contexto en el que se enmarcaron los objetivos, se desarrolló el tema de la subcontratación como un tipo de colaboración entre organizaciones. Desde el punto de vista de sus características, la subcontratación posee una asimetría coordinativa con una formalización burocrática. Con respecto a la relación universidad-empresa, nuestro caso en particular, la empresa subcontrata a la universidad la realización de diseño de producto. Este vínculo entre la universidad y la empresa se caracteriza como la prestación de un *servicio de investigación* con un alto grado de relaciones. Estos servicios se definen básicamente como una *consultoría académica*, donde se aprovechan los conocimientos especializados ya existentes.

El desarrollo de teorías desde una óptica económica y desde el pensamiento estratégico, llevados a la subcontratación de diseño de producto, permitió analizar los costes y beneficios de dicha subcontratación. Con respecto a esto, podemos decir que en una subcontratación estratégica de diseño de producto se buscará obtener externamente las capacidades que no posee la empresa. Teniendo en cuenta que, si bien se tiene acceso a una capacidad minimizando la inversión, pueden existir problemas de fuga de conocimiento y dependencia de proveedores. El acceso a ayudas y a conocimiento son las mayores contribuciones que buscan las empresas que colaboran con universidades. Por su parte, las universidades, en este tipo de colaboración, mejoran sus conocimientos acerca de los contextos tecnológicos y los problemas dentro de las empresas.

Para comenzar el análisis se partió de la caracterización de la naturaleza del conocimiento de las tareas de diseño (definición de reglas de diseño y de parámetros de diseño). Por un lado, el conocimiento arquitectónico, que puede requerir una dirección y atención explícita, se presenta como un conocimiento eminentemente práctico que no es fácil de compartir. Por otro lado, el conocimiento

necesario para la definición de los parámetros de diseño proviene de distintas especialidades técnicas y científicas y tienden a ser generalizables e independientes del producto donde se está aplicando. Con respecto a los mecanismos de integración de conocimiento, Grandori (2001; 396) expresa que los utilizados *en* las empresas “pueden ser ampliamente utilizados para sostener la colaboración *entre* empresas”. Tomando esto como referencia, se realizó una selección de diversos mecanismos de integración de conocimiento. La literatura de sistemas de control de gestión muestra la importancia de los mecanismos de control en la coordinación de actividades y en “fomentar un modo específico de integración de conocimiento” (Ditillo, 2004; 416). Trabajando sobre control de gestión en el desarrollo de producto y en la subcontratación, se realizó una selección de diversos mecanismos de control y sistemas de control. El análisis de diversos modelos de integración de conocimiento lleva a considerar que la complejidad del conocimiento (estática o dinámica) presente en las tareas de diseño y la interdependencia inter-organizacional, se muestran como elementos clave a la hora de seleccionar los mecanismos de integración de conocimiento y los mecanismos de control. Por otro lado, un modelo interactivo de integración de conocimiento en el desarrollo de productos, permite discriminar diferentes grupos de trabajo y caracterizar sus aportaciones. Esto ha llevado a concretar el tercer objetivo que se describe en los dos párrafos siguientes.

Con respecto a la definición de las reglas de diseño dinámicas, el análisis sugiere que la tarea estaría caracterizada por una complejidad dinámica. Donde la realización en forma conjunta entre la empresa y el subcontratado estaría caracterizada por una acción colectiva intensiva y una transacción recíproca. Para esto, el mecanismo de integración de conocimiento utilizado tendería a ser el grupo de resolución de problemas y toma de decisiones, y los mecanismos de control tenderían a estar orientados a las competencias, valores, creencias y límites.

En cambio, la definición de los parámetros de diseño, el análisis sugiere la tarea estaría caracterizada por una complejidad estática. Donde la realización en forma conjunta entre la empresa y el subcontratado estaría caracterizada por una acción colectiva compartida y una transacción secuencial. Para esto, los mecanismos de integración de conocimiento utilizados tenderían a ser la secuenciación de

actividades, las reglas de diseño estáticas y la comunicación y procedimientos. Los mecanismos de control tenderían a estar orientados al comportamiento, al resultado y límites.

Para llevar a cabo la integración de conocimiento entre los diseñadores y el arquitecto de producto, el mecanismo de integración de conocimiento utilizado entre dichos equipos tenderían a ser grupo de resolución de problemas y toma de decisiones. Y el control tendería a realizarse por medio de sistemas interactivos de control.

Este análisis llevó a la elaboración de proposiciones que fueron exploradas por medio del método de investigación de estudio de caso. La evidencia recogida ha confirmado las expectativas sobre el impacto de la complejidad del conocimiento y las interdependencias de las tareas inter-organizacionales sobre los mecanismos de integración de conocimiento y los sistemas de control de gestión, permitiendo alcanzar el cuarto objetivo.

Finalmente podemos decir que esta tesis contribuye a la literatura de varias maneras. En primer lugar, proporciona nuevos conocimientos sobre las prácticas de la integración de conocimiento y el control de las empresas fabricantes de bienes de equipo en la subcontratación de diseño de producto. En segundo lugar, aborda el tema de la integración de conocimiento y el control desde la definición de las tareas de diseño. Por último, mediante el análisis de la relación entre las tareas de diseño, los mecanismos de integración de conocimiento y los mecanismos de control, sugiere un marco que podría también aplicarse a otros entornos intensivos en conocimiento.

### **7.3. Limitaciones y trabajo futuro**

Se ha sugerido que el proceso de integración del conocimiento en proyectos de subcontratación estratégica de diseño de producto se diferencia por el tipo de tarea de diseño realizada. Y se han caracterizado las tareas de diseño por la complejidad de conocimiento y por la interrelación que promueve la realización de dicha tarea

entre las dos organizaciones. Si bien todo esto ayudó a explicar el fenómeno, se considera necesaria una ampliación del estudio.

Asimismo sería importante realizar estudios adicionales con una mayor cantidad de casos con el fin de aumentar la seguridad de los datos. Como así también la realizar investigaciones utilizando la metodología de estudio de caso, pero realizando estudios longitudinales.

Si bien la utilización de una industria determinada, fabricantes de bienes de equipo, permitió mayor robustez de la investigación, centrándose en empresas caracterizadas por productos de baja serie y de capacidad “integradora de sistemas” (Hobday et al., 2005), limita que los resultados se puedan transpolar a otros tipos de industrias (p. ej. empresas de producción en serie). Por consiguiente, la realización de estudios en distintas industrias permitirá contrastar los resultados obtenidos. Como así también, realizar estudios sobre la influencia de las características del proyecto sobre la utilización de los mecanismos de integración de conocimiento en la definición de las reglas de diseño.



## BIBLIOGRAFÍA

Akroyd C. y Maguire, W. (2011). The roles of management control in a product development setting. *Qualitative Research in Accounting & Management*, **8**(3), 212-237.

Aldrich, H.E. y Pfeffer, J. (1976). Environments of organizations. *Annual Review of Sociology*, **2**, 79-105.

Anderson Jr., E.G., Davis-Blake, A., Sinan Erzurumlu, S., Joglekar N.R. y Parker G.G. (2008). The effects of outsourcing, offshoring, and distributed product development organizations on coordinating the NPD process. En: C.H. Loch y S. Kavadias (eds.), *Handbook of New Product Development Management*. Burlington, MA: Butterworth-Heinemann.

Anthony, R.N. (1988). *El control de gestión*. Bilbao: Ed. Deusto.

Aoshima, Y. (2002). Transfer of System Knowledge Across Generations in New Product Development: Empirical Observations from Japanese Automobile Development. *Industrial Relations*, **41**(4), 605-628.

Artto, K.A , Kulvik, I.A , Poskela, J.B , Turkulainen, V.A (2011). The integrative role of the project management office in the front end of innovation. *International Journal of Project Management*, **29**(4), 408-421.

Baldwin, C.Y. (2010). *When Open Architecture Beats Closed: The Entrepreneurial Use of Architectural Knowledge*. Harvard Business School Finance Working Paper

Nº 10-063, disponible en: [http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=1549645](http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=1549645) (ultimo acceso 30/04/2013).

Baldwin, C.Y. y Clark, K.B. (2000). *Design Rules. Volume 1: The Power of Modularity*. Cambridge: MIT Press.

Barney, J.B. (1991). Firm resources and sustained competitive advantage. *Journal of Management*, **17**(1), 99-120.

Berry, A.J., Coad, A.F., Harris, E.P., Otley, D.T. y Stringer, C. (2009). Emerging themes in management control: A review of recent literature. *British Accounting Review*, **41**(1), 2-20.

Brown S.L. y Eisenhardt K.M. (1995). Product Development: Past Research, Present Findings, and Future Directions. *Academy of Management Review*, **20**(2), 343-378.

Brusoni, S. (2005). The Limits to Specialization: Problem Solving and Coordination in 'Modular Networks'. *Organization Studies*, **26**(12), 1885-1907.

Brusoni, S. y Prencipe, A. (2001). Unpacking the Black Box of Modularity: Technologies, Products and Organizations. *Industrial and Corporate Change*, **10**(1), 179-205.

Brusoni, S. y Prencipe, A. (2006). Making Design Rules: A Multidomain Perspective. *Organization Science*, **17**(2), 179-189.

Brusoni, S. y Prencipe, A. (2011). Patterns of Modularization: The Dynamics of Product Architecture in Complex Systems. *European Management Review*, **8**, 67-80.

Brusoni, S., Prencipe, A. y Pavitt, K. (2001). Knowledge Specialization, Organizational Coupling, and the Boundaries of the Firm: Why Do Firms Know More Than They Make?. *Administrative Science Quarterly*, **46**(4), 597-621.

Caglio, A. y Ditillo, A. (2008a). A review and discussion of management control in inter-firm relationships: Achievements and future directions. *Accounting, Organizations and Society* **33**, 865-898.

Caglio, A. y Ditillo, A. (2008b). *Controlling Collaboration between Firms: How to build and Maintain Successful Relationships with External Partners*. Burlington, MA: CIMA Publishing.

Calantone, R.J. y Stanko, M.A. (2007). Drivers of Outsourced Innovation: An Exploratory Study. *Journal of Product Innovation Management*, **24**(3), 230-241.

Caloghirou, Y., Tsakanikas, A. y Vonortas, N.S. (2001). University–industry cooperation in the context of the European framework programmes. *Journal of Technology Transfer*, **26**(1-2), 153-161.

Campagnolo, D. y Camuffo, A. (2010). The Concept of Modularity in Management Studies: A Literature. *Review International Journal of Management Reviews*, **12**(3), 259-283.

Cheon, M.J., Grover, V. y Teng, J.T.C. (1995). Theoretical perspectives on the outsourcing of information systems. *Journal of Information Technology*, **10**, 209-219.

Clark K.B. y Fujimoto T. (1991). *Product Development Performance: Strategy, Organization, and Management in the World Auto Industry*. Boston: Harvard Business School Press.

Dávila, A. (1997). *The Information and Control Functions of Management Control Systems in Product Development: Empirical and Analytical Perspectives*. Tesis Doctoral. Harvard University, Graduate School of Business Administration.

Dávila, A. (2000). An empirical study on the drivers of management control systems' design in new product development. *Accounting, Organizations and Society*, **25**(4-5), 383-409.

Dávila, A., Foster, G. y Li, M. (2005). *Designing Management Control Systems in Product Development: Initial Choices and the Influence of Partners*. IESE Business School Working Paper N° 598, disponible en: [http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=875307](http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=875307) (ultimo acceso 30/04/2013).

Dávila, A., Foster, G. y Li, M. (2009). Reasons for management control systems adoption: Insights from product development systems choice by early-stage entrepreneurial companies. *Accounting, Organizations and Society*, **34**(3-4), 322-347.

Davis-Blake, A. y Broschak, J.P. (2009). Outsourcing and the Changing Nature of Work. *Annual Review of Sociology*, **35**, 321-340.

Debackere, K. y Veugelers, R. (2005). The role of academic technology transfer organizations in improving industry science links. *Research Policy*, **34**, 321-342.

Dekker, H.C. (2004) Control of inter-organizational relationships: Evidence on appropriation concerns and coordination requirements. *Accounting, Organizations and Society*, **29**(1), 27-49.

Ditillo, A. (2004). Dealing with uncertainty in knowledge-intensive firms: the role of management control systems as knowledge integration mechanism. *Accounting, Organizations and Society*, **29**(3-4), 401-421.

Eisenhardt K.M. (1989a). Agency Theory: An Assessment and Review. *Academy of Management Review*, **14**(1), 57-74.

Eisenhardt, K.M. (1989b). Building Theories from Case Study Research. *Academy of Management Review*, **14**(4), 532-550.

Enberg, C. (2007). *Knowledge Integration in Product Development Projects*. Tesis Doctoral. Linköping University, Institutionen för Ekonomisk och Industriell utveckling.

Enberg, C. (2012). Enabling knowledge integration in cooperative R&D projects - The management of conflicting logics. *International Journal of Project Management*, **30**(7), 771-780.

Enberg, C., Lindkvist, L. y Tell, F. (2006). Exploring the dynamics of knowledge integration: acting and interacting in project teams. *Management Learning*, **37**(2), 143-165.

Enberg, C., Lindkvist, L. y Tell, F. (2010). Knowledge Integration at the edge of technology: on teamwork and complexity in new turbine development. *International Journal of Project Management*, **28**(8), 756-765.

Feller, I. (2005). A historical perspective on government-university partnerships to enhance entrepreneurship and economic development. En: S. Shane (ed.), *Economic Development through Entrepreneurship: Government, University and Business Linkages*. Cheltenham: Edward Elgar.

Feller, I., Ailes, C.P. y Roessner, J.D. (2002). Impacts of research universities on technological innovation in industry: evidence from engineering research centers. *Research Policy*, **31**, 457-474.

Fixson, S.K. (2002). *Linking Modularity and Cost: A Methodology to Assess Cost Implications of Product Architecture Differences to Support Product Design*. Tesis Doctoral. Massachusetts Institute of Technology, Engineering Systems Division.

Galbraith J.R. (1977). *Organization Design*. Reading, MA: Addison-Wesley.

Gill, T.G.A. y Hicks, R.C.B. (2006). Task Complexity And Informing Science: A Synthesis. *Informing Science*, **9**, 1-30.

Gordillo, S. (coord.) (2008). *Tendències futures en outsourcing*. Col·lecció: Papers OME. Prospectiva i Estratègia. Barcelona: ACCIÓ CIDEM-COPCA.

Grandori, A. (1997). An Organizational Assessment of Inter-Firm Coordination Modes. *Organization Studies*, **18**(6), 897-925.

Grandori, A. (2001). Neither Hierarchy nor Identity: Knowledge-Governance Mechanisms and the Theory of the Firm, *Journal of Management and Governance*, **5**(3-4), 381-399.

Grandori, A. Y Soda, G. (1995). Inter-firm networks: antecedents, mechanisms and forms. *Organization Studies*, **16**(2), 183-214.

Grant, R.M. (1996a). Prospering in Dynamically-Competitive Environments. Organizational Capabilities as Knowledge Integration, *Organization Science*, **7**(4), 375-387.

Grant, R.M. (1996b). Toward a Knowledge-Based Theory of the Firm. *Strategic Management Journal*, **17**, 109-122.

Grant, R.M. y Baden-Fuller, C. (2004). A Knowledge Accessing Theory of Strategic Alliances. *Journal of Management Studies*, **41**(1), 61-84.

Grant, R.M., (2010). *Contemporary Strategy Analysis*, 7th ed. Chichester WS: John Wiley & Sons Ltd.

Guitart Tarrés, L. (2005). *La Ruptura de la Cadena de Valor como Consecuencia de La Subcontratación. De la Subcontratación Táctica a la Estratégica*. Tesis Doctoral. Universidad de Barcelona, Departamento de Economía y Organización de Empresas.

Haddad, M.G. (2008). *Knowledge Integration for Problem Solving in the Development of Complex Aerospace Systems*. Tesis Doctoral. Massachusetts Institute of Technology, Engineering Systems Division.

Håkansson, H, y Lind, J. (2007). Accounting in an Inter-organizational Setting. En: C.S. Chapman, A.G. Hopwood y M.D. Shields (eds.), *Handbook of Management Accounting Research*, Vol 2. Amsterdam: Elsevier Ltd.

Harmancioglu, N. (2009). Portfolio of controls in outsourcing relationships for global new product development. *Industrial Marketing Management*, **38**(4), 394-403.

Henderson, R.M. y Clark, K.B. (1990). Architectural Innovation: The Reconfiguration of Existing Product Technologies and the Failure of Established Firms. *Administrative Science Quarterly*, **35**(1), 9-30.

Hinterhuber H.H. Y Levin, B.M. (1994). Strategic Networks - The Organization of the Future. *Long Range Planning* **27**(3), 43-53.

Hobday, M., Davies, A. y Prencipe, A. (2005). Systems integration: a core capability of the modern corporation. *Industrial and Corporate Change*, **14**(6), 1109-1143.

Hodgson G.M. (2008). The concept of a routine. En: M.C. Becker (ed.), *Handbook of Organizational Routines*. Cheltenham, UK: Edward Elgar.

Howells, J. (1999). Research and Technology Outsourcing and Innovation Systems: an Exploratory Analysis. *Industry & Innovation*, **6**(1), 111-129.

Iansiti, M. (1998). *Technology Integration: making critical choices in a dynamic world*. Boston, MA: Harvard Business Review Press.

Jaworski, B.J. (1988). Toward a Theory of Marketing Control: Environmental Context, Control Types, and Consequences. *Journal of Marketing*, **52**(3), 23-39.

Jaworski, B.J. y MacInnis, D.J. (1989). Marketing Jobs and Management Controls: Toward a Framework. *Journal of Marketing Research*, **26**(4), 406-419.

Jensen, M.C. y Meckling, W.H. (1976). Theory of the Firm: Managerial Behavior, Agency Costs and Ownership Structure. *Journal of Financial Economics* **3**(4), 305-360.

Lawrence P.R. y Lorsch, J.W. (1967). *Organization and Environment*. Boston: Harvard Business School Press.

Lindkvist, L., Söderlund, J. y Tell, F. (1998). Managing Product Development Projects: On The Significance of Fountains and Deadlines. *Organization Studies*, **19**(6), 931-951.

Loch C.H. y Terwiesch C. (2008). Coordination and information exchange. En: C.H. Loch y S. Kavadias (eds.), *Handbook of New Product Development Management*. Burlington, MA: Butterworth-Heinemann.

Loch C.H. y Terwiesch, C. (1998). Communication and Uncertainty in Concurrent Engineering. *Management Science*, **44**(8), 1032-1048.

Maier, M.W. y Rechtin, E. (2000). *The Art of Systems Architecting*, 2nd ed. Boca Raton: CRC Press.

Maury, H., Gómez, H., Riba, C., Coll, J. y Genovese, P. (2006). Arquitectura de Producto y Modularidad. En: Riba, C.; Molina, A., *Ingeniería Concurrente: Una Metodología Integradora*. Barcelona: Edicions UPC.

Merchant, K.A. (1982). The Control Function of Management. *Sloan Management Review*, **23**(4), 43-55.

Mol, M.J. (2007). *Outsourcing. Design, Process, and Performance*. Cambridge: Cambridge University Press.

Morris, T. y Empson, L. (1998). Organisation and Expertise: An Exploration of Knowledge Bases and the Management of Accounting and Consulting Firms. *Accounting, Organizations and Society*, **23**(5-6), 609-624.

Nonaka, I. y Takeuchi, H. (1995). *The Knowledge-Creating Company*. New York: Oxford University Press.

Ouchi, W.G. (1979). Conceptual Framework for the Design of Organizational Control Mechanisms. *Management Science*, **25**(9), 833-848.

Parker G.G. y Anderson Jr., E.G. (2002). From Buyer to Integrator: The Transformation of the Supply-Chain Manager in the Vertically Disintegrating Firm. *Production and Operations Management*, **11**(1), 75-91.

Pérez Serrano, M.G. (1994). *Investigación cualitativa: retos e interrogantes*. Madrid: La Muralla.

Perkmann, M. y Walsh, K. (2007). University-industry relationships and open innovation: towards a research agenda. *International Journal of Management Reviews*, **9**(4), 259-280.

Perkmann, M. y Walsh, K. (2009). The two faces of collaboration: impacts of university–industry relations on public research. *Industrial and Corporate Change*, **18**, 1033-1065.

Pfeffer J. y Salancik, G.R. (2003). *The External Control of Organizations: A Resource Dependence Perspective*. Stanford CA: Stanford University Press.

Polt, W., Rammer, C., Gassler, H., Schibany, A. y Schartinger, D. (2001). Benchmarking industry–science relations: the role of framework conditions. *Science and Public Policy*, **28**(4), 247-258.

Prencipe, A. (1997). Technological competencies and product's evolutionary dynamics a case study from the aero-engine industry. *Research Policy*, **25**, 1261-1276.

Prencipe, A. (2003). Corporate Strategy and Systems Integration Capabilities: Managing Networks in Complex Systems Industries. En: A. Prencipe, A. Davies y M. Hobday (eds.), *The Business of Systems Integration*. Oxford: Oxford University Press.

Quinn, J.B. (2000). Outsourcing Innovation: The New Engine of Growth. *Sloan Management Review*, **41**(4), 13-28.

Ragin, C.C. (1987). *The Comparative Method: Moving Beyond Qualitative and Quantitative Strategies*. Berkeley: University of California Press.

Rechtin, E. (1991). *Systems Architecting, Creating & Building Complex Systems*. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall.

Riba, C. (2002). *Diseño Concurrente*. Barcelona: Edicions UPC.

Ross, S. (1973). The Economic Theory of Agency: The Principal's Problem. *American Economic Review*, **63**(2), 134-139.

Rundquist, J. (2008). World-Class or Good Enough - The Choice of Partner When Outsourcing New Product Development in Medium-Sized Firms. *International Journal of Innovation and Technology Management*, **5**(4), 423-445.

Rundquist, J. (2009). *Outsourcing and Knowledge Integration in New Product Development*. Tesis Doctoral. Luleå University of Technology, Department of Business Administration and Social Sciences.

Rundquist, J. y Halila, F. (2010). Outsourcing of NPD activities: a best practice approach. *European Journal of Innovation Management*, **13**(1), 5-23.

Sako M. (2003). Modularity and Outsourcing: The Nature of Co-evolution of Product Architecture and Organization Architecture in the Global Automotive Industry. En: A. Prencipe, A. Davies y M. Hobday (eds.), *The Business of Systems Integration*. Oxford: Oxford University Press.

Schartinger, D., Rammer, C., Fischer, M.M. y Fröhlich, J. (2002). Knowledge interactions between universities and industry in Austria: sectorial patterns and determinants. *Research Policy*, **31**, 303-328.

Schmickl, C. y Kieser, A. (2008). How much do specialists have to learn from each other when they jointly develop radical product innovations?. *Research Policy*, **37**(6-7), 1148-1163.

Schmoch, U. (1999). Interaction of Universities and Industrial Enterprises in Germany and the United States-A Comparison. *Industry and Innovation*, **6**(1), 51-68.

Simons, R. (1994). How new top managers use control systems as levers of strategic renewal. *Strategic Management Journal*, **15**(3), 169-189.

Simons, R. (1995). *Levers of Control: How Managers Use Innovative Control Systems to Drive Strategic Renewal*. Boston, MA: Harvard Business School Press.

Sosa, M.E., Eppinger, S.D. y Rowles, C.M. (2003). Identifying Modular and Integrative Systems and Their Impact on Design Team Interactions. *Journal of Mechanical Design - Transactions of the ASME*, **125**(2), 240-252.

Sosa, M.E., Eppinger, S.D. y Rowles, C.M. (2004). The Misalignment of Product Architecture and Organizational Structure in Complex Product Development. *Management Science*, **50**(12), 1674-1689.

Stake R.E. (2006). *Evaluación comprensiva: y evaluación basada en estándares*. Barcelona: Graó.

Suarez-Villa, L. y Rama, R. (1996). Outsourcing, R&D and the Pattern of Intra-metropolitan Location: The Electronics Industries of Madrid. *Urban Studies*, **33**(7), 1155-1197.

Taylor, S. y Bogdan, R. (1987). *Introducción a los métodos cualitativos de investigación: la búsqueda de significados*. Barcelona: Editorial Paidós.

Teece, D., Pisano, G., 1994. The Dynamic Capabilities of Firms: An Introduction. *Industrial and Corporate Change*, **3**(3), 537-556.

Thompson J.D. (1967). *Organizations in action: social science bases of administrative theory*. New York: McGraw-Hill.

Ulrich D. y Barney J.B. (1984). Perspectives in Organizations: Resource Dependence, Efficiency, and Population. *The Academy of Management Review*, **9**(3), 471-481.

Ulrich, K.T. (1995). The role of product architecture in the manufacturing firm. *Research Policy*, **24**, 419-440.

Ulrich, K.T. y Ellison, D.J. (2005). Beyond Make-Buy: Internalization and Integration of Design and Production. *Production and Operations Management*, **14**(3), 315-330.

Ulrich, K.T. y Eppinger S.D. (2004). *Product Design and Development*, 3th ed. Boston: McGraw-Hill.

Weick, K.E. y Roberts, K.H. (1993). Collective Mind in Organizations - Heedful Interrelating On Flight Decks. *Administrative Science Quarterly*, **38**(3), 357-381.

Wheelwright, S.C. y Clarck, K.B. (1992). *Revolutionizing Product Development: quantum leaps in speed, efficiency, and quality*. New York: The Free Press.

Wheelwright, S.C. y Kim B.C. (1995). *Leading Product Development*. New York: The Free Press.

Williamson, O.E. (1975). *Markets and Hierarchies: Analysis and Antitrust Implications*. New York: The Free Press.

Williamson, O.E. (1981). The economics of organization: the transaction cost approach. *American Journal of Sociology* **87**(3), 548-577.

Williamson, O.E. (1985). *The Economic Institutions of Capitalism*. New York: The Free Press.

Williamson, O.E. (1991). Comparative Economic Organization: The Analysis of Discrete Structural Alternatives. *Administrative Science Quarterly*, **36**(2), 269-296.

Williamson, O.E. (2008). Outsourcing: Transaction cost economics and supply chain management. *Journal of Supply Chain Management*, **44**(2), 5-16.

Wolter, C. y Veloso, F.M. (2008). The Effects of Innovation on Vertical Structure: Perspectives on Transaction Costs and Competences. *Academy of Management Review*, **33**(3), 586-605.

Wood, R.E. (1986). Task Complexity: Definition of the Construct. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, **37**(1), 60-82.

Yin, R.K. (2009). *Case study research: design and methods*, 4th ed. Applied Social Research Methods vol. 5. Thousand Oaks: SAGE Publications.

Zirpoli, F. y Becker, M.C. (2011). The limits of design and engineering outsourcing: performance integration and the unfulfilled promises of modularity. *R&D Management*, **41**(1), 21-43.

Zollo, M. y Winter S.G. (2002). Deliberate Learning and the Evolution of Dynamic Capabilities. *Organization Science*, **13**(3), 339-351.



## **ANEXO - ENTREVISTA**

La encuesta se realizó tomando como referencia Dávila (2000)

Caracterización de la empresa-proyecto, estrategia de producto y características del producto:

- Tipo de industria a la que pertenece la empresa.
- ¿Cómo se relaciona el producto desarrollado con los productos anteriores de la empresa?
- ¿Estaba la empresa relacionada con la tecnología que utiliza el producto?
- ¿Cuán familiarizada estaba la empresa con el segmento de mercado?
- ¿Estaba la empresa familiarizada con los métodos o tecnologías utilizados en su fabricación? ¿Fue subcontratada la fabricación?
- ¿Cuáles fueron los desafíos más importantes en el proceso de desarrollo?

Caracterización de la relación universidad-empresa:

- ¿Cuánto tiempo tiene ésta relación universidad-empresa?
- ¿Cuántos proyectos llevan realizados juntos? ¿Los proyectos realizados fueron galardonados con algún premio?
- ¿Sabe si la empresa había, antes o durante la duración del proyecto, trabajado con universidades?
- ¿Cómo comenzó la relación con la empresa?

Estructura organizacional:

- ¿Cómo se organizó el proyecto? ¿Cómo se coordinaba el proyecto? ¿Quiénes eran las personas involucradas en la información del proyecto?
- ¿Qué información se les enviaba a los gestores?
- ¿Qué funciones realizó el equipo de la empresa? ¿Y el del Centro? ¿Quién controlaba el 3D?
- ¿Cuánta autonomía se tuvo en las decisiones relacionadas con el proyecto? ¿Con qué frecuencia se ha llegado hasta la orientación de un gestor?

Sistemas de control de Gestión:

- ¿Se formalizaron contratos específicos de confidencialidad con los Ingenieros de proyecto?
- ¿Se otorgaron incentivos al logro de objetivos?
- ¿Se utilizaron informes de regulares o de excepción?
- ¿Se recibió información sobre los planes estratégicos del producto?

Producto:

- ¿Cómo fueron definidos límites en la búsqueda de oportunidades del diseño conceptual (ej. especificación de tecnología a utilizar) y el diseño de detalle (ej. procesos de fabricación a utilizar)?
- ¿Cómo fue organizado el establecimiento de las especificaciones (relación producto-proceso-cliente)? ¿Con que frecuencia se actualizaban? ¿Y durante el desarrollo del proyecto?
- ¿Cómo fue organizada la fase de diseño conceptual (relación producto-proceso-cliente)?
- ¿Cómo fue organizada la fase de diseño de ingeniería (relación producto-proceso-cliente)?
- ¿Cómo se aseguraron que las necesidades del cliente se incorporaron en el producto? ¿Cómo obtuvieron ésta información (filtro)?
- ¿Qué tipo de costes del producto se tuvieron en cuenta? ¿Cómo se obtenía esta información? ¿Cómo se utilizaba?

- ¿Qué información se utilizó para evaluar el rendimiento del producto (ej. prototipos)?
- ¿Utilizaban información sobre sus competidores? ¿En qué clases de variables se enfocaron con respecto a sus competidores?

#### Proyecto:

- ¿Cuán detallados fueron los objetivos del proyecto?
- ¿Qué tipo de informes se utilizaron a lo largo del proyecto? (ejemplos)
- ¿Qué información se recibió para el seguimiento de los costes del proyecto?
- ¿Qué tan detallado fue cronograma del proyecto? ¿Con qué frecuencia se actualizó? (Ejemplo)
- ¿Se establecieron procedimientos normalizados de trabajo (hitos de proyecto, procesos de trabajo)?
- ¿Qué información recibió usted de seguimiento de los costos del proyecto? ¿Cómo fueron los recursos asignados al proyecto? ¿Quién estaba a cargo de la gestión de la demanda de recursos proyectos?
- ¿Qué tipo de costes del producto se tuvieron en cuenta? ¿Cómo obtenían esta información? ¿Cómo se utiliza?
- ¿Se utilizó algún tipo de medidas financieras? ¿Cuándo se utilizan? ¿Qué decisiones involucrados este tipo de información?

#### Resultados de los proyectos - Performance

- ¿Está satisfecho con el desempeño del proyecto? ¿Crees que cumplieron con los objetivos?
- ¿Cuál fue el grado de contribución del Centro al conocimiento estratégico de la empresa?
- ¿Cómo describiría la relación entre el rendimiento general del proyecto con respecto a rendimiento general de la empresa?
- ¿Cuál fue el compromiso con el tiempo?
- ¿Se cumplieron con las especificaciones del producto?
- ¿Se cumplieron con los objetivos de coste del producto?

- ¿Se cumplieron con las metas de tiempo?
- ¿Se cumplieron con los objetivos del proyecto de presupuesto?
- ¿Se pudieron satisfacer las necesidades de los clientes?
- ¿El producto fue un éxito en los negocios?
- ¿Permitió aumentar la cuota de mercado o crear un nuevo mercado?
- ¿Permitió crear una nueva línea de productos?
- ¿Permitió desarrollar nuevas tecnologías?
- ¿Permitió mejorar las habilidades para manejar las nuevas tecnologías?

Mejoras de Futuro:

- ¿Cómo cambiaría el entorno de la información con el fin de mejorar el proyecto?
- ¿Qué cambiaría si usted fuera a hacer este proyecto nuevo?
- ¿Cuán detallados fueron los objetivos del proyecto?
- ¿Qué informes usó en el transcurso del proyecto?



