

Competenze per l'innovazione e confini dell'impresa: il caso dell'industria dell'auto

Francesco Zirpoli

Sommario: 1. Introduzione - 2. Le competenze per l'innovazione nei prodotti complessi - 3. Il caso dell'industria dell'auto - 4. Alcune evidenze emerse dal caso Fiat - 5. Implicazioni per i confini dell'impresa - 6. Conclusioni - Bibliografia

Abstract

Outsourcing design and engineering tasks in innovation processes is increasingly popular. However, the outsourcing of design and engineering tasks to external sources might have negative impacts on the firm's innovation competences. To what extent design and engineering tasks can be outsourced before such negative consequences occur? So far no satisfactory answer exists to this question. Thus, the article discusses the limits of design and engineering outsourcing in product development, and the sources of these limits. To this end, it draws on empirical evidences gathered at Fiat, a major European car maker, and its network of suppliers. The article identifies the sources of problems with outsourcing design and engineering tasks in product development, and sheds light on the limits of design and engineering outsourcing.

1. Introduzione

Lo sviluppo di prodotto complessi come le auto, i computer o gli aerei richiede l'applicazione di conoscenze sempre più specialistiche ed eterogenee. Ciò ha spinto anche le grandi imprese, una volta integrate verticalmente, a rendere i propri confini più permeabili. La conseguenza è che oggi anche per le imprese di grandi dimensioni l'innovazione è sempre più il risultato congiunto dell'attività di ricerca e sviluppo realizzata grazie al contributo di soggetti sui quali l'azienda non ha un controllo di tipo gerarchico (*equity*). Questa circostanza è andata nel tempo rispecchiandosi nel focus degli studi di *management*¹. In tali studi è ormai

¹Chirstensen (2006) mostra come la letteratura che ha analizzato le sfide che le grandi imprese affrontano nello sviluppo di prodotti complessi ha evidenziato una tendenza a sviluppare modelli che si basano su un approccio "autarchico": "la tua impresa è, o

acquisito che le imprese non possano perseguire strategie di sviluppo dell'innovazione facendo affidamento *esclusivamente* sulle proprie risorse e competenze ma devono aprirsi alla possibilità di utilizzare a proprio vantaggio competenze per l'innovazione localizzate oltre i propri confini organizzativi. Da qui la proposizione di nuovi modelli di business che si fondano sull'idea di "open innovation" (Chesbrough, 2003).

Il dibattito sulla definizione dei confini dell'impresa e sul ruolo dei soggetti esterni nei processi di innovazione non è affatto recente. Il lavoro di Teece (1986) introduce il tema della centralità degli aspetti strategici dell'*innovazione distribuita*: attraverso le sinergie prodotte da asset complementari detenuti da soggetti esterni all'impresa questa può massimizzare i benefici prodotti dalle attività di innovazione ma deve, di converso, fare i conti con i problemi legati all'appropriabilità dei risultati delle attività innovative. Teece, inoltre, tra i primi tenta di combinare le indicazioni della *Resource Based View* (RBV) (Penrose, 1995) con la letteratura ispirata dalla *Transaction Cost Economics* (TCE) (Williamson, 1985 e Monteverde e Teece, 1982) contribuendo a costruire una teoria più generale sulle strategie che le imprese possono porre in essere per appropriarsi del valore generato attraverso la combinazione di risorse interne ed esterne all'impresa (Pisano e Teece, 2007; Jacobides e Winter, 2005; Jacobides *et al.*, 2006).

Il lavoro di Cohen e Levinthal (1990), focalizzato su come le imprese possono migliorare la loro attitudine e capacità di assorbire nuova conoscenza da fonti esterne ha, viceversa, dato vita al successivo dibattito sulle strategie organizzative che le imprese possono porre in essere per massimizzare la probabilità di beneficiare del contributo delle fonti esterne di conoscenza.

In un'economia fondata sullo sviluppo scientifico e tecnologico, sul *networking* e sulla globalizzazione, quindi, concetti quali «costellazioni» d'impresе, impresa come «sistema aperto», «sistemi inter-organizzativi», e «coevoluzione» si sono sempre più diffusi in letteratura e nella pratica manageriale (Grandori e Soda, 1995; Lorenzoni, 1992, 1997; Lorenzoni e Baden-Fuller 1995; Lorenzoni e Ornati, 1988; Vaccà e Zanfei, 1989; Lomi, 1991; Sobrero, 1996; Valdani, 1997; Capaldo, 2007).

La letteratura sull'innovazione ha in seguito largamente attinto alla letteratura sulla teoria di impresa che ha dato centralità allo sviluppo della conoscenza e delle competenze (Di Bernardo, 1991; Grant, 1996; Spender, 1996; Teece *et al.*, 1997; Wernerfelt, 1984), caratterizzando la conoscenza come variabile endogena e non residuale rispetto al sistema economico (Rullani, 1994).

dovrebbe essere, la migliore nel proprio campo, una inclinazione che stimola non solo uno spirito votato ad alti traguardi ma anche (potenzialmente) una arroganza del *Not Invented Here* (Christensen, 2006, p. 38)" [tda]. Christensen mostra che la letteratura degli anni Novanta, per lo più ispirata dai lavori di Prahalad e Hamel (1990) (meglio nota come *Resource Based View*, RBV), e la letteratura strategica della fine anni Ottanta inizio anni Novanta (Porter, 1991) ha focalizzato la propria attenzione prevalentemente sui processi interni di innovazione.

Oggi la maggior parte degli OEM (*Original Equipment Manufacturer*)² sono impegnati in un processo di ristrutturazione complessa sia dell'organizzazione interna del processo di sviluppo prodotto sia della architettura della propria *value chain* (Jacobides *et al.*, 2006). La letteratura recente, tuttavia, è passata da una rappresentazione entusiastica e, a volte, edulcorata delle prerogative positive dei processi di *esternalizzazione dell'innovazione* ad una loro analisi maggiormente critica. Questo lavoro si inquadra nella necessità di analizzare con maggiore profondità il tema del nesso tra i confini dell'impresa e le competenze di innovazione e si pone due finalità. In primo luogo cercherà di analizzare le implicazioni che l'*esternalizzazione* di attività di progettazione di sistemi e componenti ha sulla capacità dell'impresa di preservare le proprie competenze per l'innovazione. In secondo luogo offrirà un'analisi critica delle variabili più rilevanti ai fini del successo di una strategia basata sull'innovazione distribuita.

2. Le competenze per l'innovazione nei prodotti complessi

Come si è avuto modo di osservare, l'attenzione accademica al fenomeno dell'innovazione distribuita è vasta e si è sviluppata lungo traiettorie disciplinari diverse. In questo lavoro l'attenzione sarà focalizzata sulla prospettiva teorica che ha avuto ad oggetto la comprensione, in ottica manageriale, di come le imprese gestiscano l'innovazione in *network*. In tale filone non vi è dubbio che due concetti abbiano giocato un ruolo centrale nel dibattito scientifico: "modularità" e "integrazione di sistema".

Il concetto di modularità (Ulrich, 1995; Sanchez e Mahoney, 1996; Baldwin & Clark, 1997; Sanchez, 1995; Schilling, 2000) applicato all'innovazione di prodotto introduce un diverso principio di divisione del lavoro che sottende il coordinamento tra OEM e fornitori: non è né l'impresa a condurre tutte le fasi di progettazione, e quindi a controllarle, né il mercato. Piuttosto una volta standardizzate le interfacce tra componente e sottosistema, la loro progettazione e industrializzazione può essere condotta in modo relativamente indipendente dalle diverse unità organizzative. L'OEM gestisce i fornitori principalmente attraverso il controllo delle interfacce standard. Questo accade anche all'interno dell'impresa (Sanchez e Mahoney, 1996) dove il coordinamento dei diversi attori (R&D dell'OEM, fornitori, e servizi d'ingegneria) può essere ottenuto attraverso la progettazione delle interfacce e la specifica delle *performance*, e non più esclusivamente attraverso la gerarchia. La principale implicazione del concetto di

²Esempi di OEM sono Boeing, Toyota, Nokia, Sony o Microsoft, ossia aziende che hanno la responsabilità dell'integrazione finale di sistemi e servizi. In alcuni contesti industriali, come l'elettronica, con l'acronimo OEM si intendono fornitori di prodotti o componenti che saranno poi rivenduti da altre imprese. In questo lavoro si intenderà con OEM l'assemblatore finale.

modularità è legata al fatto che i fornitori possono lavorare con più clienti utilizzando le stesse tecnologie di prodotto e di processo; inoltre, la definizione di interfacce standard e delle caratteristiche *prezzo/performance* introducono un processo di selezione dei fornitori sostanzialmente basato sul mercato (Sturgeon, 2002).

Il concetto di *system integrator* ed i contributi scientifici sul tema nascono dalla estensione della letteratura sulla *network innovation* e sulla modularità. L'integrazione di sistema può essere considerato come il paradigma emergente per la gestione dell'innovazione distribuita (Brusoni e Prencipe, 2001; Mikkola, 2006). I *systems integrator* sono imprese che “fondono componenti ad alto contenuto tecnologico, sottosistemi e software, competenze e capacità, manager e ingeneri per realizzare un prodotto competitivo” (Hobday *et al.*, 2005). Questo richiede la progettazione e l'integrazione dei sistemi oltre alla gestione di *network* di fornitori di componenti o sottosistemi (Hobday *et al.*, 2005). In quanto competenza specifica, l'integrazione di sistema permette all'OEM leader della *supply chain* lo sviluppo di nuovi prodotti, il coordinamento del *network* di fornitura, e la continua ottimizzazione del suo posizionamento nell'ambito della catena del valore del settore (Hobday *et al.*, 2005). Resta ancora da approfondire quali siano le competenze necessarie e come le imprese possano acquisire tali competenze per potersi definire integratori di sistema. Una possibile risposta a tale interrogativo è stata data da Brusoni *et al.* (2001) i quali suggeriscono una prospettiva strategica per cui le imprese devono sviluppare una base di conoscenza più ampia di quella strettamente legata alla realizzazione dei beni o servizi che producono (per esempio estesa alla conoscenza delle tecnologie che ne sono alla base). Gli autori segnalano, ad esempio, come le imprese che realizzano sistemi di controllo per aerei, sono attivamente coinvolte non solo nello sviluppo dei sistemi ma anche nella R&D e brevettazione delle tecnologie di base di tali sistemi (Brusoni *et al.*, 2001; per casi analoghi si veda anche Nesta e Dibiaggio, 2003). Disporre di una base di conoscenza più ampia di quella strettamente necessaria consente di far fronte ad eventuali asincronie nell'evoluzione delle tecnologie che sono alla base del prodotto e ad imprevedibili interdipendenze tra i sistemi che compongono il prodotto stesso; il verificarsi di tali circostanze porta nella direzione di soluzioni organizzative che sono praticabili solo se le aziende avranno sviluppato opportunamente la loro base di conoscenza (Brusoni *et al.*, 2001).

Anche nel lavoro di Takeishi (2001; 2002) si trovano indicazioni su come i *system integrator* riescono ad ottimizzare la capacità d'integrazione in presenza di una strategia di *esternalizzazione*. L'autore evidenzia la differenza tra conoscenza specifica relativa ai componenti e conoscenza architettonica (Takeishi, 2002). La novità tecnologica del progetto di sviluppo del componente costituisce il criterio chiave di valutazione del livello di conoscenza necessario: per progetti di media o bassa innovazione tecnologica è sufficiente che il costruttore di autoveicoli abbia elevati livelli di conoscenza architettonica (come coordinare i diversi componenti nel veicolo) rispetto alla conoscenza specifica dei componenti, propria dei fornitori. Al contrario, quando il progetto è caratterizzato

dall'esigenza di integrare componenti la cui tecnologia è nuova, è opportuno che il costruttore di autoveicoli abbia elevati livelli di conoscenza specifica dei componenti per supportare il fornitore nella soluzione di problemi di ingegnerizzazione. Nei progetti innovativi, quindi, la scomposizione delle conoscenze richiede in ogni caso alcune sovrapposizioni tra OEM e fornitori piuttosto che una chiara e delineata individuazione dei confini (Takeishi, 2002).

In entrambi i casi l'idea è che la capacità di integrazione di sistema (per la quale la conoscenza architettuale gioca un ruolo importante) è una delle priorità per una gestione dell'innovazione in *network* che possa dirsi di successo. Di conseguenza per gestire la *network innovation* è necessario coltivare e accrescere la capacità di integrare i sistemi.

La letteratura, tuttavia, ha messo in evidenza anche i rischi connessi ad una strategia che faccia leva sulla *system integration*, ovvero che si manifesti con una rilevante esternalizzazione delle attività di progettazione nel processo d'innovazione.

Come chiarito da Andrea Prencipe all'origine dell'idea di *system integrator*, c'è il concetto di singola impresa come punto nevralgico e centro strategico della catena del valore (2003): il *system integrator* è inquadrato come un'impresa la cui finalità prioritaria è quella di integrare conoscenza (Grant, 1996). In questa ottica, il concetto suggerito da Henderson e Cockburn (1994) di "capacità di integrazione" è da considerarsi un punto chiave dell'attività dell'OEM/*system integrator*³. Le competenze per l'innovazione nel caso di innovazione distribuita, quindi, coincidono secondo questa letteratura con la capacità degli OEM di integrare conoscenza.

La letteratura recente, tuttavia, mostra che l'applicazione dei principi dell'integrazione di sistema risulta nella pratica molto più problematica del previsto proprio perché essa è a rischio di fallire nei processi di integrazione della conoscenza. In quanto segue si passano in rassegna le tre critiche principali: rischio di svuotamento delle conoscenze, la trappola della modularità, limiti legati ad una focalizzazione spinta sulla conoscenza architettuale.

Rischio di svuotamento delle conoscenze ("hollowing out"). La letteratura mostra come nel caso estremo di imprese che abbiano puntato esclusivamente sulla conoscenza architettuale ed esternalizzato completamente la conoscenza specifica dei componenti⁴, queste siano incorse in problemi notevoli. Tra questi i più evidenti sono: difficoltà a fornire le specifiche e conseguentemente valutare i componenti, ad identificare le offerte più qualificate, a valutarle, a supportare i fornitori dal punto di vista tecnico ed operativo, a migliorare il componente offerto

³La capacità di integrazione è intesa come la capacità di accedere a nuova conoscenza dall'esterno dei confini aziendali e la capacità di integrare la conoscenza in modo flessibile entro l'organizzazione (Henderson e Cockburn, 1994).

⁴Un caso di questo tipo è tuttavia raro nella realtà. Lo studio condotto da Takeishi (2001) riporta i risultati di una survey di 45 progetti di sviluppo in 9 imprese giapponesi di fornitura. Egli ha investigato il loro livello di conoscenza architettuale e specifica dei componenti rispetto a quello all'OEM. I risultati suggeriscono che i costruttori di autoveicoli si erano concentrati sulla conoscenza architettuale mentre i fornitori sulla conoscenza specifica dei componenti.

o, infine, ad essere in grado di produrlo *in-house* (Fine e Whitney, 1996). In definitiva tutto questo comporta un aggravio delle attività di coordinamento e gestione dei fornitori. Questa considerazione è un segnale per l'OEM dell'importanza di detenere un certo livello di conoscenza specifica sui componenti allorché si desidera mantenere e sviluppare competenze in termini di integrazione di sistema.

La trappola della modularità ("modularity trap"). Accanto al problema dello svuotamento delle conoscenze si verifica anche un problema di tipo dinamico. Chesbrough e Kusunoki (2001) descrivono come possa nascere un potenziale disallineamento tra l'insieme delle *core competence* di un'impresa e quelle richieste dalle dinamiche evolutive del settore.

Se è vero che, al fine di sfruttarne in pieno i benefici, le architetture modulari portano ad organizzazioni decentrate (Sanchez e Mahoney, 1996), Chesbrough e Kusunoki (2001) suggeriscono che l'implementazione di questa seconda possibilità comporta il rischio di cadere nella trappola della modularità: le imprese che hanno avuto successo attraverso un'organizzazione decentralizzata (ossia basata sulla modularità), continuano ad aver fiducia in questo approccio anche quando si trovano di fronte a problemi connessi con tecnologie integrali (Chesbrough e Kusunoki, 2001). In altre parole, nel caso di modifiche sostanziali nell'architettura dominante del prodotto, le imprese si trovano nella condizione di non disporre delle competenze per comprendere e gestire le interdipendenze necessarie allo sviluppo della tecnologia: non sono in grado di specificare ai fornitori necessità e richieste in modo adeguato (Chesbrough e Kusunoki, 2001). La conseguenza sembra essere che l'architettura integrale di prodotto possa essere più utilmente associata ad un'organizzazione di tipo centralizzato (che controlla l'intero *range* di competenze legate alle specifiche del prodotto e alla sua architettura). Data la natura dinamica delle industrie e delle architetture dominanti, la valutazione di quali competenze siano da ritenersi *core* va costantemente valutata.

Limiti legati ad una focalizzazione spinta sulla conoscenza architeturale. L'idea di focalizzarsi su un numero ridotto di *core competence*, e di massimizzare i benefici di esternalizzazione di quelle attività che non minano le *core competence* stesse, è sicuramente allettante, soprattutto in un'ottica di riduzione dei costi ed aumento della flessibilità strategica. Con riferimento all'innovazione in *network*, un esempio di questo approccio è rappresentato dal tentativo di esternalizzare lo sviluppo di tutti i moduli e componenti nonché la produzione, mantenendo solo competenze in termini di integrazione di sistema (la Smart è un esempio di tale strategia). Tuttavia, ci sono dei limiti relativamente a quanto spinta possa essere la focalizzazione sulle competenze architeturali: per essere in grado di integrare componenti e sottosistemi, è necessaria una conoscenza specifica del componente (Lincoln *et al.*, 1998). Altre ricerche, nello stesso filone, hanno evidenziato che le imprese dovrebbero mantenere un margine di sicurezza acquisendo e mantenendo conoscenza specifica sui componenti (Takeishi, 2001; Brusoni *et al.*, 2001). Resta da approfondire quale tipo di conoscenza sia necessaria e il livello di approfondimento.

3. Il caso dell'industria dell'auto

In quanto segue, sulla base di una ricerca empirica portata avanti dall'autore negli ultimi 15 anni nel settore auto ed in particolare presso Fiat Auto ed il network dei suoi fornitori⁵, si presenta una riflessione teorica che punta a comprendere quali siano le competenze per l'innovazione e quali le interdipendenze che esse hanno con i confini dell'impresa. L'industria automobilistica presenta una grande ricchezza di spunti ed opportunità di riflessione sul tema in oggetto. Essa, infatti, è da un lato un caso paradigmatico, su cui si sono formate molte delle recenti indicazioni manageriali e strategiche che hanno poi visto applicazioni nei più svariati settori⁶, dall'altro, presenta ancora numerose questioni aperte su come gli OEM dell'industria debbano affrontare le sfide organizzative poste dall'innovazione distribuita (Sako, 2003; Takeishi e Fujimoto, 2003; Garibaldo e Bardi, 2005; Mac Duffie, 2008).

Le dinamiche tecnologiche del settore auto, inoltre, ne fanno per molti versi un caso limite e, allo stesso tempo, esemplare. Se alcuni anni fa il settore poteva considerarsi dominato dalla tecnologia meccanica, oggi si caratterizza per la coesistenza e la stretta integrazione di tecnologie appartenenti all'Information and Communication Technology, all'elettronica, ai nuovi materiali e alle nanotecnologie (Maxton e Wormald, 2004). Tali componenti, inoltre, interagiscono con sistemi di diversa natura rendendo l'integrazione particolarmente complessa. Il dinamismo e la complessità tecnologica rendono, quindi, il settore dell'auto particolarmente adatto a comprendere le dinamiche strategiche ed organizzative dell'innovazione distribuita. Tale affermazione è confermata e rafforzata se, insieme a considerazioni di natura tecnologica, si osservano gli scenari competitivi che hanno di recente caratterizzato il mercato dell'auto⁷.

Negli anni Novanta, quindi, molte delle sfide che tale complessità ha generato sono state gestite attraverso il coinvolgimento nei Processi di Sviluppo Prodotto (PSP) di fonti esterne di innovazione e processi di de-verticalizzazione

⁵Per una trattazione più articolata del tema e la presentazione estesa dei risultati empirici si rimanda a Zirpoli, 2010.

⁶Si pensi ad esempio al modello della *lean production* reso noto dal celebre testo di Womack *et al.*, 1990.

⁷I produttori automobilistici operano, infatti, in situazioni di sottoutilizzazione della capacità produttiva con mercati frammentati in piccole nicchie e sempre più esigenti in termini di qualità e contenuti tecnologici. In tale scenario complessivo, l'innovazione risulta chiave per il successo di OEM che si trovano a dover contemporaneamente: (1) ampliare costantemente la gamma prodotto per incontrare i gusti sempre più differenziati dei consumatori; (2) utilizzare piattaforme di prodotto comuni per realizzare il massimo delle economie di scala pur in presenza di forte diversificazione dell'offerta; (3) ridurre drasticamente i tempi di sviluppo dei nuovi prodotti in modo da avere prodotti il più prossimi possibile alle esigenze della clientela; (4) raggiungere una forte e sostanziale integrazione tra marketing, stile ed ingegneria; (5) garantire che allo sviluppo dei nuovi prodotti concorra lo stato dell'arte di tecnologie eterogenee, incluse soluzioni che riducano al massimo l'impatto ambientale nell'intero ciclo di vita del prodotto.

(MacDuffie, 2008; Zirpoli, 2010). La complessità tecnica del prodotto e le ricadute organizzative di tale complessità sull'organizzazione del processo di sviluppo prodotto rendono le scelte manageriali particolarmente difficili, anche perché spesso irreversibili. Il caso dell'industria dell'auto mostra, infatti, come le scelte relative all'esternalizzazione della progettazione hanno un forte impatto sia sulla capacità dell'impresa di sviluppare prodotti con elevate *performance* tecniche sia sulle *performance* complessive dei progetti (tempi, costi e qualità) e, quindi, sulle *performance* dell'impresa. Uno degli aspetti cruciali e che rende il settore auto particolarmente interessante è la forte interdipendenza tra la capacità dell'impresa di tenere sotto controllo le variabili tecniche di sviluppo e le *performance* dei progetti.

4. Alcune evidenze emerse dal caso Fiat⁸

Anche nel caso di Fiat Auto, l'entusiasmo dei primi anni '90 verso scelte strategiche ed operative votate all'esternalizzazione della progettazione hanno ceduto il passo ad una maggiore cautela nell'affrontare l'allocatione dei compiti di progettazione lungo la filiera. Il caso evidenzia la necessità di valutare con attenzione gli effetti che le scelte di *make or buy* hanno sulla conoscenza necessaria per sviluppare nuovi prodotti. L'esperienza Fiat mostra che il tipo di conoscenza che normalmente si associa agli integratori di sistema, ovvero la capacità di realizzare elevate *performance* di progetto è tutt'altro che indipendente dalla conoscenza tecnologica sui componenti e sistemi la cui sintesi produrrà effetti sulle *performance* tecniche. L'osservazione di Takeishi (2001, 2002) che esistono delle interdipendenze importanti tra lo spettro delle attività realizzate *in-house* e lo spettro delle conoscenze che le aziende sviluppano è, quindi, ampiamente confermata dallo studio dei processi di innovazione di Fiat.

L'analisi delle cause che hanno portato ai gravi problemi documentati evidenzia in primo luogo che il livello di *outsourcing* influenza fortemente le opportunità di apprendimento delle imprese. L'esclusione degli ingegneri Fiat dalla realizzazione delle attività di progettazione (*doing*), delegate ai fornitori, e l'attribuzione agli stessi ingegneri Fiat di responsabilità limitate alla sola gestione

⁸Per ragioni di spazio, in questa sede, non si riportano i dettagli del caso né si presenta l'analisi teorica complessiva che dal caso Fiat è scaturita. Per un'analisi concernente la *governance* delle relazioni cliente fornitore nello sviluppo prodotto si veda Zirpoli e Caputo (2002). Per approfondimenti relativi all'evoluzione della gestione dei progetti e delle soluzioni organizzative per lo sviluppo prodotto in Fiat si veda Becker e Zirpoli (2003a, 2003b). In Becker, Salvatore e Zirpoli (2005), si approfondiscono gli aspetti legati agli effetti dell'introduzione nel processo di sviluppo prodotto degli strumenti di simulazione virtuale sulle *performance* e sui processi di *problem solving*. In Whitford e Zirpoli (2009) si analizza l'evoluzione del *network* Fiat in una prospettiva "politica". Zirpoli e Becker (2011, 2011) approfondiscono i temi delle conseguenze dell'*outsourcing* di progettazione. Per un'analisi complessiva del caso Fiat si veda Volpato (2008).

dei progetti ha prodotto effetti negativi sull'abilità di Fiat di progettare le *performance* complessive di prodotto *ex ante* e, di conseguenza, di gestire con efficacia le attività di sviluppo realizzate dai fornitori *ex post*. Questo risultato empirico fornisce un'indicazione molto forte sul fatto che il *learning by doing* è un meccanismo difficilmente sostituibile. Attivare processi di *learning by doing*, infatti, sembra essere cruciale affinché l'impresa riesca a mantenere nel tempo competenze di progettazione ed integrazione di sistema. La delega ai fornitori di attività di progettazione complesse in una logica *black box* ha, infatti, indebolito la competenza di Fiat nel saper assumere le decisioni critiche sui progetti di sviluppo nei tempi e modi opportuni.

Il caso mostra che nell'integrazione di sistema un ruolo critico è giocato dall'integrazione delle *performance* corrispondenti a tali sistemi in modo tale che l'insieme dei componenti/sistemi formi un tutt'uno fortemente integrato. Un'auto, ad esempio, è progettata per realizzare una serie di *performance* (*handling*, efficienza energetica, risultati ai *crash test*, etc.)⁹. La *performance* complessiva in ognuno dei parametri in cui essa è declinata è generata dai sistemi, a loro volta formati da componenti (ad esempio, il sistema di sicurezza passiva è frutto dell'integrazione di freni, airbag, sedili, cinture di sicurezza, etc.). Il problema pratico che gli ingegneri devono risolvere è la progettazione di un veicolo che riesca a generare le *performance* attese in modo *sistematico*, ossia non casuale o accidentale. Come è noto i compiti di progettazione sono realizzati attraverso la scomposizione del prodotto in sotto sistemi e componenti ai quali sono attribuibili delle *performance* individuali. Tuttavia, come detto, quello che conta è la *performance* del prodotto nel suo complesso.

Prendendo ad esempio il sistema di sicurezza passiva, emerge che non è sufficiente che ogni singolo componente di cui il sistema è costituito superi i test assegnati individualmente se, nel complesso, il veicolo non raggiungerà ai *crash test* le *performance* attese. Poiché le interazioni tra componenti e sistemi sono di diverso tipo (energetiche, spaziali, etc.) ne deriva che la *performance* complessiva non si riesce necessariamente a scomporre nello stesso modo in cui sono scomposti i componenti. La ragione, evidentemente, è che alcune *performance* sono generate da più componenti. Nell'esempio del sistema di sicurezza passiva, i freni, le cinture, etc. concorrono a determinare la sicurezza di un'auto. Nei *crash test* frontali, tuttavia, la posizione, il peso e la struttura del motore nonché le caratteristiche della scocca sono altrettanto rilevanti ed influenzano la capacità del veicolo di assorbire l'impatto e le conseguenze per il guidatore.

Le *performance* a livello complessivo di veicolo, quindi, non sono perfettamente scomponibili con la conseguenza che è difficile ottenere la *performance* complessiva attribuendo ai singoli sistemi/componenti dei sotto obiettivi di *performance*. Oltre alle difficoltà nello scomporre le *performance* va notato che molti parametri di *performance*, oltre che essere tra loro interdipendenti, sono spesso in contrasto (si pensi a peso ed economicità, o

⁹L'esempio, tuttavia, può facilmente trasporsi al caso di altri prodotti complessi, come software, telefoni mobili, laptop PC, etc.

rigidezza e confort). Ne consegue che insieme alle interdipendenze tra le *performance* dei singoli componenti e sistemi, nonché tra questi ultimi e le *performance* complessive esistono dei complessi *trade-off* tra le varie *performance*¹⁰.

Da questa constatazione, tra l'altro ben nota agli ingegneri addetti ai lavori, ne consegue che esiste un limite insormontabile alla possibilità da parte dell'integratore di sistema di specificare *ex ante* in modo completo il contributo che ogni singolo componente o sistema di componenti rende alle *performance* complessive del veicolo, in assenza di una competenza approfondita sulle tecnologie dei singoli componenti. La gestione delle interdipendenze tra i componenti, le *performance* di tali componenti e le *performance* complessive del prodotto che questi componenti contribuiscono a formare rappresenta la sfida chiave per gli integratori di sistema.

Il principale interesse di un ingegnere impegnato nello sviluppo di un nuovo veicolo non riguarda, quindi, la funzione svolta dal componente/sistema, ma piuttosto il livello di *performance* e le caratteristiche di *performance* che tale funzione può generare. Il problema pratico che gli ingegneri si trovano a risolvere riguarda la progettazione di un prodotto che deve raggiungere, in quanto sistema interconnesso, un determinato livello di *performance* complessive. Tali *performance* devono essere ripetibili e stabili.

In tale ottica si comprende come la progettazione modulare di prodotto non possa risultare una soluzione per il problema dell'integrazione delle *performance*. La ragione è legata al fatto che i benefici attribuiti alla modularità (Sanchez, 1995) non riescono a risolvere i problemi connessi all'integrazione delle *performance*¹¹. La progettazione modulare presenta alcuni benefici nel risolvere il problema di coordinamento dei fornitori lasciando che essi sviluppino in maniera indipendente i componenti e i sistemi che occorre integrare (grazie alla presenza di interfacce standard). Per questa attività la progettazione modulare risulta estremamente efficace perché riduce gli sforzi di coordinamento necessari affinché componenti e sistemi sviluppati dai diversi fornitori portino ad un prodotto integro e coerente. Come osservato nel caso dell'auto, quando la definizione *ex ante* delle interfacce tra i componenti del prodotto è realizzabile, una volta assegnati i singoli compiti di sviluppo ai fornitori, il coordinamento

¹⁰Per evidenze empiriche simili si veda anche Sosa *et al.* (2003).

¹¹Si tiene a precisare che la modularità può essere interpretata diversamente in funzione del livello di analisi. Per l'ingegnere progettista, realizzare un componente modulare significa progettare con un numero di vincoli superiore rispetto al caso di progettazione integrale, ovverosia nel caso in cui le interdipendenze tra i componenti e le interfacce non siano definite *a priori*. Se si sposta l'analisi sul piano del coordinamento organizzativo, è evidente che la modularità diventa uno strumento per minimizzare lo scambio informativo e la necessità di coordinamento inter unità. L'informazione contenuta nella definizione delle interfacce standard rappresenta uno strumento per coordinare senza necessità di altri strumenti organizzativi (per esempio team congiunti) lo sviluppo dei componenti che ruotano intorno all'interfaccia. In questo lavoro, essendo il livello di analisi quello dell'integrazione di sistema, si considererà la modularità come strumento di coordinamento.

seguirà come naturale conseguenza. L'interfaccia incorporerà tutte le informazioni necessarie. Tuttavia, il caso mostra anche che non è sempre possibile definire le interfacce. In tal senso i nostri risultati supportano la letteratura (Takeishi e Fujimoto, 2003; Sako, 2003) in cui si rappresenta l'auto come un prodotto che vede affiancati sistemi di componenti *modulari* e sistemi *integrali*. Nel complesso, tuttavia, i dati empirici raccolti mettono in evidenza che la maggior parte delle *performance* complessive di veicolo sono il frutto di una stretta interazione tra molti componenti e sistemi (si pensi ai crash test o all'handling). Ciò richiede da parte dell'OEM un impegno nel coordinamento dei fornitori che va ben al di là della mera definizione delle interfacce tra componenti.

Questo è fondamentalmente il motivo per cui in questo lavoro si enfatizza la differenza tra "funzione" e "*performance*". L'integrazione delle *performance* risulta, infatti, in ogni caso un problema molto diverso che coinvolge il comportamento in esercizio del prodotto e che attiene all'interazione delle parti allorché queste si trovano ad operare nel prodotto finito.

Le principali difficoltà incontrate da Fiat erano principalmente legate all'incapacità di definire le specifiche funzionali inter-sistema. La causa del problema era un'insufficiente conoscenza dei sottosistemi¹². Durante la fase di pre-sviluppo i fornitori (in particolare i fornitori di sistemi importanti) erano collocati presso la divisione progettazione e ingegnerizzazione dell'OEM: questo costituiva l'occasione per intensi scambi informativi e per il trasferimento di conoscenza tacita e competenze. Tuttavia, l'erosione delle competenze e la completa esternalizzazione delle attività aveva portato comunque all'esclusione degli ingegneri dell'OEM, a causa della totale assenza di *absorptive capacity* (Cohen e Levintahl, 1990), dalla fase di pre-sviluppo e quindi dal processo di *learning by doing*. Poiché essi non svolgevano più le fasi di progettazione di alcuni sistemi, iniziavano a disinteressarsi alle tecnologie specifiche dei componenti fino al punto di perdere le capacità di integrazione.

E' interessante notare a tale proposito che nei primi anni in cui la strategia di *outsourcing* si era manifestata, Fiat aveva mantenuto la capacità di indirizzo e coordinamento grazie al personale che per anni aveva sviluppato *in house* le tecnologie poi esternalizzate. Dopo alcuni anni, tuttavia, sia per l'allontanamento del personale dall'azienda sia per l'evoluzione tecnologica che ha caratterizzato molti dei componenti oggetto dell'*outsourcing*, questa capacità di sovrintendere ai processi di sviluppo si è persa e con essa l'*absorptive capacity*. L'OEM quindi si è trovato ad osservare i sintomi della "malattia" (perdita di controllo sull'integrazione delle tecnologie), quando ormai questa era già in fase terminale.

¹²Ciò portava inevitabilmente ad elevare gli standard richiesti ai fornitori senza necessariamente una giustificazione. Tale atteggiamento era frutto dell'insicurezza dell'OEM sulle esatte prestazioni che il componente acquistato doveva offrire. Tale circostanza portava spesso ad un aumento dei costi spesso ingiustificato.

5. Implicazioni per i confini dell'impresa

La conoscenza specifica su alcuni componenti risulta, quindi, un elemento importante per garantire all'OEM che i meccanismi di integrazione delle attività di innovazione svolte da soggetti esterni all'impresa funzionino. Tuttavia, assunto che la conoscenza specifica sui componenti è importante e che esistono pochi meccanismi sostitutivi rispetto all'ipotesi di progettare e sviluppare tali componenti *in-house* per l'acquisizione della conoscenza necessaria, sorge la domanda di come gli OEM possano stabilire quali competenze mantenere in casa, attraverso il mantenimento delle corrispondenti attività di progettazione.

Dall'esperienza relativa allo sviluppo di prodotti complessi emergono due criteri che le imprese possono utilizzare nell'identificare le tecnologie dei componenti su cui mantenere competenze specifiche *in-house*. Gli OEM dovrebbero sviluppare competenze sulle tecnologie dei componenti che:

1. hanno un impatto diretto sulle *performance* complessive di prodotto,
2. presentano un alto livello di interdipendenza con le tecnologie chiave che contribuiscono alle *performance* complessive di prodotto.

Il primo criterio ruota intorno alla rilevanza del componente o sistema, il secondo suggerisce il criterio per discernere quando la mancanza di un adeguato livello di competenza specifica rischia di produrre problemi per l'integrazione di sistema. L'individuazione delle *performance* complessive di prodotto e di quelle che maggiormente impattano sulla percezione dei clienti dipende dalle valutazioni che i singoli OEM potranno in essere.

Un esempio potrà chiarire meglio il punto. Nello sviluppo di un'auto sportiva l'*handling* (che determina le sensazioni di guida del conduttore del veicolo) è in genere un elemento importante di valutazione da parte del cliente ed una *performance* chiave. Il primo criterio proposto dovrebbe indurre il produttore di auto a sviluppare le competenze specifiche necessarie per gestire l'*handling*. Sarebbe impossibile, infatti, padroneggiare l'architettura di un'auto sportiva (ovvero sviluppare la corretta conoscenza architettonica) senza avere un pieno controllo dei componenti e sistemi che influenzano le *performance* di *handling*. Tuttavia, tali *performance* sono determinate dal concorso delle *performance* di diversi componenti (per esempio pneumatici, sospensioni, sistema di sterzo, etc.). Dopo aver valutato l'importanza dell'*handling* per il raggiungimento delle *performance* complessive (primo criterio), il secondo criterio suggerisce di acquisire la competenza specifica di quei componenti le cui *performance* presentano un alto livello di interdipendenza con il resto del veicolo (nel caso di basse interdipendenze è possibile fare affidamento sulla fornitura secondo la logica *black box*¹³; in tal caso, infatti, è possibile specificare le interfacce tra i componenti ed il resto del prodotto e gestire l'integrazione delle *performance* sia

¹³Una misura del livello di interdipendenza è fornita dal cosiddetto "costo di propagazione", determinato dalla proporzione di elementi che variano al variare di un elemento del sistema ed il costo di tale variazione. Per un approfondimento si veda MacCormack *et al.* (2008).

ex ante, attraverso interfacce standard (modulari), sia *ex post*, attraverso aggiustamenti minimi). Nel caso dell'*handling*, Fiat Auto, per esempio, ha deciso di riacquistare un'approfondita conoscenza specifica sulle sospensioni e non sui dischi freno o sugli pneumatici¹⁴.

Questo argomento risulta essere complementare e, se si vuole, più generale del criterio indicato da Takeishi (2002) per stabilire quali competenze sulle tecnologie dei componenti dovessero essere mantenute *in-house*. Come osservato sopra, Takeishi, indica nel livello di novità della tecnologia il criterio per decidere su quale tecnologia dei componenti investire. Il criterio che si propone qui include la nozione introdotta da Takeishi ma indica che la divisione della conoscenza richiede delle sovrapposizioni tra i domini di conoscenza dell'integratore di sistema ed i fornitori non solo nel caso in cui la tecnologia sia nuova, ma anche nei casi in cui la conoscenza sui componenti è necessaria per gestire le complesse interdipendenze tecniche nella fase di pre-sviluppo. In quest'ultimo caso, come quando la tecnologia è nuova ed inesplorata, i risultati dell'integrazione dei componenti con il prodotto sono incerti e difficili da specificare *ex ante*. Ciò non è solo conseguenza di una mancanza di conoscenza da parte del fornitore, come suggerito da Takeishi nel caso di novità della tecnologia, ma anche della difficoltà intrinseca dell'integrazione delle *performance* complessive di prodotto.

6. Conclusioni

L'articolo analizza in chiave critica le scelte relative ai confini dell'impresa mostrando che esse hanno un forte impatto sulle competenze per l'innovazione. In quanto segue si propongono alcune riflessioni di sintesi.

La prima considerazione riguarda il ripensamento del problema dell'integrazione di sistema in termini di integrazione della conoscenza. La ricerca condotta nel settore dell'auto supporta questa affermazione perché mostra come le recenti decisioni prese da molti OEM, tra cui Fiat, in termini di strategia di *insourcing* di alcune attività di progettazione siano legate a problemi di integrazione della conoscenza (si veda Zirpoli, 2010). Ritenendo che l'integrazione di conoscenza sia la chiave per l'integrazione di sistema, il caso consente di comprendere quanto sia importante il modo in cui l'OEM interpreta il proprio ruolo di integratore di sistema.

Quando opera come integratore di sistema, l'OEM deve non solo considerare che esiste una differenza tra le competenze architettoniche e le competenze sulle

¹⁴Si noti che per le auto sportive, gli pneumatici non sono un'opzione totalmente standard come si potrebbe intuitivamente pensare. Un caso estremo in tal senso è sicuramente la Formula 1 nel qual caso l'integrazione tra pneumatici e resto del veicolo risulta molto più spinta e con essa le interdipendenze. In tal caso una maggiore conoscenza sugli pneumatici risulta senz'altro necessaria.

single tecnologie, ma deve tenere in conto anche che la progettazione delle *performance* di prodotto e la progettazione delle funzioni del prodotto stesso sono due attività concettualmente diverse. Se è vero che per alcuni componenti è possibile procedere in una logica modulare e quindi mantenere competenze architettoniche tralasciando le competenze specifiche, nella maggior parte dei casi, nei prodotti complessi, le *performance* complessive non possono essere facilmente scomposte in particolari funzioni/moduli. Esse, infatti, sono strettamente connesse. Ne consegue che progettare le *performance* complessive vuol dire integrare le singole *performance* e non sommare le singole funzioni.

Per gli OEM, la gestione dell'integrazione della conoscenza per prodotti complessi si traduce, quindi, nell'essere in pieno controllo delle reciproche interdipendenze tra sistemi e componenti ad esso sotteso. I meccanismi proposti dalla letteratura per ottenere tale integrazione - modularità, uso di *resident engineers*, risorse IT, ecc. - non sembrano essere in grado di far fronte alle necessità di integrazione di conoscenza specialistica dispersa. Questo sostanzialmente accade perché i meccanismi citati supportano in maniera efficace l'integrazione fisica dei componenti e non l'integrazione delle *performance*. In realtà, spostarsi dalla mera integrazione fisica di sistema all'integrazione delle *performance* significa avere un'approfondita conoscenza e competenza dei sistemi di base coinvolti nel prodotto. In tal ottica le strategie di apprendimento poste in essere dall'OEM, ed in particolare il meccanismo del *learning by doing*, costituiscono la chiave per l'integrazione di sistema e la gestione del *trade off* delle *performance*.

Resta tuttavia aperto il dibattito circa l'organizzazione dell'integrazione di sistema per la gestione dell'innovazione in *network* ed in particolare occorre approfondire quale sia la struttura organizzativa e di governance che meglio supporta tale capacità. Una possibile soluzione potrebbe essere un ritorno all'integrazione verticale: in questo caso i processi di apprendimento ed integrazione della conoscenza risulterebbero quanto meno ridotti dal fatto che tutte le attività di progettazione sono internalizzate. Lo studio condotto e le riflessioni da esso scaturite, tuttavia, non portano alla conclusione che l'OEM debbano ridurre l'esternalizzazione dei processi d'innovazione sviluppando una strategia di progettazione completamente integrata. L'integrazione verticale, infatti, rappresenta, comunque, una soluzione estrema, costosa e vincolante. Lo studio, viceversa, supporta i vantaggi di forme di innovazione distribuita e suggerisce, piuttosto, che sebbene la strada tracciata nei recenti contributi (Iansiti e Levien, 2004; Jacobides *et al.*; 2006, Chesbrough, 2003) sia foriera di soluzioni strategiche particolarmente attraenti per le imprese moderne, molto rimane ancora da comprendere sui temi del passaggio dall'implementazione di strategie di *innovazione distribuita* alla costruzione di nuove competenze strategiche per le imprese e del *come* realizzare il *sourcing* di tecnologie esogene o sviluppate da fornitori terzi, ovvero sulle implicazioni dell'*innovazione distribuita* sulle strutture organizzative, la cultura d'impresa, le *routine*.

Bibliografia

- Baldwin C.Y., Clark K.B. (1997), "Managing in an Age of Modularity", *Harvard Business Review*, 75, 84-93.
- Becker M., Zirpoli F. (2003a), "Organizing new product development Knowledge hollowing-out and knowledge integration. The FIAT Auto case", *International Journal of Operations and Production Management*, Vol. 23, n. 9, 1033-1061.
- Becker M., Zirpoli F. (2003b), "Knowledge integration in new product development: the FIAT case", *International Journal of Automotive Technology and Management*, Vol. 3, n. 1-2, 30-46.
- Becker M.C., Salvatore P., Zirpoli F. (2005), "The impact of virtual simulation tools on problem-solving and new product development organization", *Research Policy*, Vol. 34, pp. 1305-1321.
- Brusoni S., Prencipe A., Pavitt K. (2001), "Knowledge specialization, organization coupling, and the boundaries of the firm: Why do firms know more than they make?", *Administrative Science Quarterly*, Vol. 46, n. 4, 597-625.
- Brusoni S., Prencipe A. (2001), "Unpacking the Black Box of Modularity: Technologies, Products and Organizations", *Industrial & Corporate Change*, Vol. 10, Issue 1.
- Capaldo A. (2007), "Network structure and innovation. The leveraging of a dual network as a distinctive relational capability", *Strategic Management Journal* 28(6), 585-608.
- Chesbrough H. (2003), *Open Innovation*, Free Press, New York.
- Chesbrough H.W., Kusunoki K. (2001), "The modularity trap: Innovation, Technology Phases Shifts and the Resulting Limits of Virtual Organisations", in Nonaka I., Teece D.J. (eds.), *Managing Industrial Knowledge*, Sage Press London, 202-30.
- Christensen J.F. (2006), "Wither Core Competency for the Large Corporation in an Open Innovation World?", in Chesbrough H., Vanhaverbeke W., West J. (eds.), *Open Innovation. Researching a New Paradigm*, Oxford University Press, Oxford, 35-61.
- Cohen W.M., Levinthal D.A. (1990), "Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation", *Administrative Science Quarterly*, 35/1: 128-152.
- Davies A., Hobday M., Prencipe A. (2005), "Systems integration: a core capability of the modern corporation", *Industrial & Corporate Change*, Vol. 14 Issue 6, 1109-1143.
- Di Bernardo E. (1991), *Le dimensioni dell'impresa. Scala, scopo, varietà*, FrancoAngeli, Milano.
- Eisenhardt K. (1989), "Building Theories from Case Study Research", *Academy of Management Review*, Vol. 14, n. 4, 532-550.
- Enrietti A., Follis M., Whitford J. (2002), "Improving performance at the second tier of the automotive supply chain", *Supply Chain Governance and Regional Development in the Global Economy*, University of Wisconsin, September 10.
- Fine C.H., Whitney D.E. (1996), "Is the make-buy decision process a core competence?", April (MIT unpublished manuscript).

- Fine C.H. (1998), *Clockspeed: Winning Industry Control in the Age of Temporary Advantage*, Perseus Books, Reading, MA.
- Frigant V., Talbot D. (2005), "Technological Determinism and Modularity: Lessons from a Comparison between Aircraft and Auto Industries in Europe", *Industry & Innovation*, Vol. 12, Issue 3, 337-355.
- Garibaldi F., Bardi A. (2005). *Company strategies and organisational evolution in the automotive sector: a worldwide perspective*, Peter Lang, Frankfurt am Main.
- Grandori A., Soda G. (1995), "Inter-firm networks: antecedents, mechanisms and forms", *Organization Studies*, Vol. 16, n. 2, 183-214.
- Grant R. M. (1996), "Toward a Knowledge-Based Theory of the Firm", *Strategic Management Journal*, Vol. 17, Winter Special Issue, 109-122.
- Henderson R., Cockburn I. (1994), "Measuring Competence? Exploring Firm Effects in Pharmaceutical Research", *Strategic Management Journal*, Vol. 15, 63-84.
- Hobda M., Davies A., Prencipe A. (2005), "Systems integration: a core capability of the modern corporation", *Industrial and Corporate Change*, Vol. 14, n. 6, 1109-1143.
- Hobday M., Rush H. (2000), "Innovation in complex products and system", *Research Policy*, Vol. 29, Issue 7/8, 793-807.
- Iansiti M., Levien R. (2004), *The Keystone Advantage*, Harvard Business School Press.
- Jacobides M., Winter S. (2005), "The co-evolution of capabilities and transaction costs: explaining the institutional structure of production", *Strategic Management Journal*, 26, 395-413.
- Jacobides M.G., Billinger S. (2006), "Designing the boundaries of the firm: From 'make, buy, or ally' to the dynamic benefits of vertical architecture", *Organization Science*, 17/2, 249-261.
- Jacobides, M., Knudsen, T., Augier M. (2006), "Benefiting from innovation: value creation, value appropriation and the role of industry architectures", *Research Policy*, 35/8: 1200-1221.
- Langlois R. (2002), "Modularity in technology and organization", *Journal of Economic Behavior & Organization*, Vol. 49, Issue 1, 19-38.
- Lincoln J.R., Ahmadjian C.L., Mason E. (1998), "Organizational Learning and Purchase-Supply Relations in Japan: Hitachi, Matsushita and Toyota Compared", *California Management Review*, 40, 241-264.
- Lomi A. (1991), *Reti organizzative*, Il Mulino, Bologna.
- Lorenzoni G. (1992), (a cura di), *Accordi, reti e vantaggio competitivo*, EtasLibri, Milano.
- Lorenzoni G. (1997), *Le reti interimpresa come forma organizzativa distinta*, in Lomi A. (a cura di), *L'analisi relazionale delle organizzazioni*, Il Mulino, Bologna, 203-230.
- Lorenzoni G., Baden-Fuller C. (1995), "Creating a strategic center to manage a web partners", *California Management Review*, Vol. 37, n. 3, 327-331.

- Lorenzoni G., Lipparini A. (1999), "The leveraging of interfirm relationships as a distinctive organizational capability: a longitudinal study", *Strategic Management Journal*, 20, 317-338.
- Lorenzoni G., Ornati O. (1988), "Constellations of Firms and New Ventures", *Journal of Business Venturing*, Vol. 3, n. 1, 41-57.
- MacCormack, A.D., Rusnak J., Baldwin C.Y. (2008), "Exploring the Structure of Complex Software Designs: An Empirical Study of Open Source and Proprietary Code", *Management Science*, Vol. 52, n. 7, July 2006, pp. 1015-1030.
- MacDuffie J.P. (2008), "Technological and Organizational Barriers to Modularity: Persistent Integrality in the Global Automotive Industry", Mimeo. Philadelphia: Wharton.
- Maxton G., Wormald J. (2004), *Time for a Model Change: Re-engineering the Global Automotive Industry*, Cambridge University Press.
- Mikkola J. (2006), "Capturing the Degree of Modularity Embedded in Product Architectures", *Journal of Product Innovation Management*, Vol. 23, Issue 2, 128-146.
- Miozzo M., Grimshaw D. (2005), "Modularity and innovation in knowledge-intensive business services: IT outsourcing in Germany and the UK", *Research Policy*, Vol. 34, Issue 9, 1419-1439.
- Monteverde K., Teece D.G. (1982), "Supplier switching costs and vertical integration in the automobile industry", *The Bell Journal of Economics*, 13/Spring, 206-213.
- Nesta L., Dibiaggio L. (2003), "Technology strategy and knowledge dynamics: the case of biotech", *Industry & Innovation*, Vol. 10, Issue 3, 329-347.
- Penrose E. (1959/1995), *The Theory of the Growth of the Firm*, Oxford University Press, Oxford.
- Pisano G.P., Teece D.J. (2007), "How to capture value from innovation: shaping intellectual property and industry architecture", *California Management Review* Vol. 50, n. 1, 279-296.
- Porter, M. E. (1991). Towards a Dynamic Theory of Strategy', *Strategic Management Journal*, 12/Special Issue: 95-117.
- Powell W.W., Koput K.W., Smith-Doerr L. (1996), "Interorganizational collaboration and the locus of innovation: Networks of Learning in Biotechnology", *Administrative Science Quarterly*, 41, 116-145.
- Prahalad C.K., Hamel G. (1990), "The core competencies of the corporation", *Harvard Business Review*, 68: 79-91.
- Prencipe A. (2003), "Corporate Strategy and Systems Integration Capabilities – Managing Networks in Complex Systems Industries", in Prencipe, A., Davies A., Hobday M. (eds.), *The Business of Systems Integration*, Oxford University Press, Oxford, 114-132.
- Rullani E. (1994), "Il valore della conoscenza", *Economia e politica industriale*, n. 82, 41-73.
- Sako M. (2003), *Modularity and Outsourcing. The Nature of Co-evolution of Product Architecture in the Global Automotive Industry*, in Prencipe A., Davies

- A., Hobday M. (eds.), *The Business of Systems Integration*. Oxford: Oxford University Press, 229-253.
- Sanchez R. (1995), "Strategic flexibility in Product Competition", *Strategic Management Journal*, 16, 135-9.
- Sanchez R., Mahoney J.T. (1996), "Modularity, Flexibility, and Knowledge Management in Product and Organization Design", *Strategic Management Journal*, 17, 63-76.
- Schilling M. (2000), "Toward a General Modular Systems Theory and Its Application to Interfirm Product Modularity", *Academy of Management Review*, Vol. 25, Issue 2, 312-335.
- Sobrero M. (1996), *Innovazione tecnologica e relazioni tra imprese*, La Nuova Italia Scientifica, Roma.
- Sosa M.E., Eppinger S.D., Rowles C.M. (2003), "Identifying modular and integrative systems and their impact on design team interactions", *Journal of Mechanical Design*, 125/2: 240-252.
- Spender J.C. (1996), "Making knowledge the basis of a dynamic theory of the firm", *Strategic Management Journal*, Special Issue, 17, 45-62.
- Staudenmeyer N., Tripsas M., Tucci C. (2005), "Interfirm Modularity and Its Implications for Product Development", *Journal of Product Innovation Management*, Vol. 22, Issue 4, 303-321.
- Steinmueller W.E. (2003), "The Role of Technical Standards in Coordinating the Division of Labor in Complex System Industries", in Prencipe A., Davies A., Hobday M. (eds.), *The Business of Systems Integration*, Oxford University Press, Oxford, 133-151.
- Sturgeon T.J. (2002), "Modular production networks: a new American model of industrial organization", *Industrial and Corporate Change*, 11/3: 451-496.
- Takeishi A. (2001), "Bridging inter- and intra-firm boundaries: management of supplier involvement in automobile product development", *Strategic Management Journal*, 22, 403-433.
- Takeishi A. (2002), "Knowledge Partitioning in the Inter-Firm Division of Labor: The Case of Automotive Product Development", *Organization Science*, 13, 321-338.
- Takeishi A., Fujimoto T. (2003), *Modularization in the car industry: interlinked multiple hierarchies of product, production, and supplier systems*, in Prencipe A., Davies A., Hobday M. (eds.), *The Business of Systems Integration*, Oxford: Oxford University Press, 254-278.
- Teece D.G. (1986), "Profiting from technological innovation: Implications for integration, collaboration, licensing and public policy", *Research Policy*, 15 285-395.
- Teece D.J., Pisano G., Shuen A. (1997), "Dynamic capabilities and strategic management", *Strategic Management Journal*, 18/7, 509-533.
- Ulrich K.T., Eppinger S.D. (2004), *Product Design and Development*, McGraw-Hill, New York.
- Ulrich K.T. (1995), "The role of product architecture in the manufacturing firm", *Research Policy*, 24: 419-440.

- Vaccà S., Zanfei A. (1989), "L'impresa globale come 'sistema aperto' a rapporti di cooperazione", *Economia e politica industriale*, n. 64, 47-89.
- Valdani E. (1997), "Dalla concorrenza all'ipercompetizione, dall'evoluzione alla coevoluzione", *Economia e Management*, n. 3, 81-93.
- Volpato G. (2008), *Fiat group automobiles. Un'araba fenice nell'industria automobilistica internazionale*, Il Mulino, Bologna.
- Von Hippel E. (1988), *The Sources of Innovation*, Oxford University Press, Oxford.
- Wernerfelt B. (1984), "A Resource-based View of the Firm", *Strategic Management Journal*, 5/2, 171-180.
- Whitford J., Zirpoli F. (2009), "The (vertical) network firm as a political coalition: The reorganization of Fiat Auto", *International Motor Vehicle Program - Automotive Research Conference*, 7-8 June, Detroit.
- Williamson O.E. (1985), *The Economic Institutions of Capitalism*, Free Press, New York.
- Womack J.P., Jones D.T., Ross D. (1990), *The Machine that Changed the World*, New York: Rawson Ass.
- Zirpoli F. (2008), "Il ruolo dell'organizzazione nella gestione strategica dell'innovazione", *Economia & Management*, n. 1, Gennaio-Febbraio, 53-68.
- Zirpoli F. (2010), *Organizzare l'innovazione. Strategie di esternalizzazione e processi di apprendimento in Fiat Auto*, collana *Economia e management*, Il Mulino, Bologna.
- Zirpoli F., Becker M. (2011), "The limits of design and engineering outsourcing: Performance integration and the unfulfilled promises of modularity", *R&D Management*, Vol. 41, n. 1, pp. 21-43.
- Zirpoli F., Becker M. (2011), "What happens when you outsource too much", *Sloan Management Review*, Vol. 52, n. 2, pp. 59-64.
- Zirpoli F., Camuffo A. (2009), "Product architecture, inter-firm vertical coordination and knowledge partitioning in the auto industry", *European Management Review*, 6, 250-264.
- Zirpoli F., Caputo M. (2002), "The nature of buyer-supplier relationships in co-design: The Italian auto industry case", *International Journal of Operations & Production Management*, 22/12, 1389-1410.

Francesco Zirpoli

Professore Associato di Economia e Gestione delle Imprese
Dipartimento di Management
Università Ca' Foscari Venezia
Canaregio 873
30121 Venezia
e-mail: fzirpoli @ unive.it