



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PADOVA
DIPARTIMENTO DI SCIENZE ECONOMICHE E AZIENDALI
"MARCO FANNO"

CORSO DI LAUREA IN ECONOMIA INTERNAZIONALE
L-33 Classe delle lauree in SCIENZE ECONOMICHE

Tesi di laurea

Il modello lineare dell'innovazione.
Analisi storica e confronto con i principali modelli di innovazione

Relatore:

Prof. Belussi Fiorenza

Laureando:

Morandi Carlo

Anno Accademico 2016-2017

Indice

Introduzione.....	3
Il contesto storico del modello lineare.....	5
Il ruolo della diffusione delle armi nucleari	5
L'influenza della comunità scientifica	6
Analisi storica	7
Il ruolo della statistica nella diffusione e nella accettazione del LM	12
Critiche al LM e modelli alternativi	17
Il Chain Linked Model di Rosenberg e Kline	19
I modelli successivi al Chain Linked Model: dagli anni Novanta ad oggi.....	25
Il Modello a tripla elica di Etzkowitz.....	26
Dal Network Model di Trotter all'Open Innovation	31
Conclusioni.....	36
Referenze	38

Introduzione

L'innovazione è un concetto difficile da definire e misurare. Durante il corso del ventesimo secolo, numerosi studiosi hanno dato vita ad un complesso ed intenso dibattito nel tentativo di fornire una definizione e spiegare il significato ed il ruolo di questo fenomeno. Nonostante ciò, in conseguenza alla nota complessità del concetto, il tema dell'innovazione appare tutt'oggi ancora estremamente articolato. Definita "in senso concreto, ogni novità, mutamento, trasformazione che modifichi radicalmente o provochi comunque un efficace svecchiamento in un ordinamento politico o sociale, in un metodo di produzione, in una tecnica, ecc.; anche in particolari meccanismi o prodotti dell'industria" (Treccani, 2012), l'innovazione gioca un ruolo cruciale nella crescita economica, portando ampi benefici per la società in cui viviamo. Durante il ventesimo secolo alcuni studiosi hanno cercato di definire e di proporre dei modelli attraverso i quali essa può essere perseguita, nel tentativo di definire il processo innovativo come un fenomeno strutturato e realizzabile. La struttura di questa tesi prende in considerazione il modello lineare, il primo approvato dal mondo accademico intorno al fenomeno dell'innovazione, come la base dalla quale partire per analizzare la storia e lo sviluppo dei più influenti modelli proposti a partire dai primi anni del Novecento fino ad oggi. Nella prima parte del lavoro, si analizzeranno le principali circostanze che hanno permesso lo sviluppo e la diffusione del modello lineare, con particolare riferimento all'articolo di Chris Freeman "The Greening of Technology and Models of Innovation" (1996). Inoltre, si porrà particolare attenzione al ruolo dello sviluppo delle armi nucleari durante gli anni 30' ed al crescente sforzo della comunità scientifica messo in atto per ottenere un maggior numero di finanziamenti pubblici destinati alla ricerca nel secondo dopoguerra. Nel secondo capitolo della tesi, verranno sviluppate ed approfondite le tre fasi storiche identificate da Godin (2006) nell'articolo di riferimento del lavoro "The Linear Model of Innovation: The Historical Construction of an Analytical Framework". Nel terzo capitolo invece, riferendosi sempre all'articolo di Godin, si evidenzierà il ruolo dell'utilizzo del LM nelle rilevazioni statistiche da parte di istituzioni di ricerca statunitensi ed europee: il modello lineare fu infatti considerato il riferimento principale da numerose istituzioni pubbliche nelle rilevazioni riguardanti l'allocazione delle risorse nelle diverse fasi del processo di innovazione.

Conclusa l'analisi intorno al modello lineare, la struttura della tesi prevede l'introduzione di tre significativi modelli proposti a partire dai primi anni 80' in alternativa al LM.

In primo luogo, si introdurrà il Chain Linked model proposto da Kline e Rosenberg e si analizzeranno le principali critiche esposte dai due autori nei confronti del modello lineare e le ragioni secondo le quali si è resa necessaria l'introduzione di un modello alternativo. Nel nuovo modello proposto da Kline e Rosenberg viene sottolineata l'importanza della presenza di un sistema di cosiddetti "feedback" tra i vari comparti che compongono il processo di innovazione (modello denominato "demand pull"). Nell'ultima parte del lavoro, si presenteranno le principali caratteristiche del modello Triple Helix, facendo riferimento alle tesi di Leydesdorff e di Etzkowitz. Si introdurrà infine il recente Network Model di Trotter (2005), definendo il concetto di *open innovation*.

Il contesto storico del modello lineare

Il dibattito intorno al modello lineare dell'innovazione è riconducibile ad una più ampia discussione sullo sviluppo storico generale. Prima ancora di approfondire le principali caratteristiche del modello, il processo attraverso il quale esso è stato sviluppato e formalizzato ed i suoi numerosi aspetti controversi è quindi necessario analizzare il contesto storico nel quale il modello lineare dell'innovazione (in seguito LM) fu inizialmente proposto. In particolare, è possibile riconoscere due circostanze storiche specifiche che permisero la rapida diffusione ed accettazione del modello tra il 1940 ed il 1950. Queste vengono analizzate da C. Freeman (1996) nel suo articolo "*The Greening of Technology and Models of Innovation*".

Il ruolo della diffusione delle armi nucleari

La prima è la diffusione delle armi nucleari durante la seconda guerra mondiale e la percezione diffusa delle potenzialità del nucleare nella produzione di energia elettrica. Nonostante lo sviluppo delle armi nucleari non possa essere in nessun modo giustificato da un punto di vista etico, l'utilizzo della bomba atomica al termine della seconda guerra mondiale viene indiscutibilmente ricordato come uno degli eventi tragici più spettacolari della guerra, se non addirittura dell'intero ventesimo secolo. Lo sgancio delle bombe su Hiroshima e Nagasaki fu percepito come un punto di svolta cruciale nella storia dell'umanità, dimostrando la reale possibilità di distruzione su larga scala in caso di conflitto mai immaginata prima di quel momento. Allo stesso tempo, questo evento favorì la diffusione della convinzione che l'energia atomica avrebbe potuto permettere la produzione di una grande quantità di energia elettrica a costi estremamente contenuti. Lo sviluppo dell'energia nucleare può considerarsi, ad una prima analisi, come un primo caso empirico applicato del modello lineare dell'innovazione: la ricerca di base intorno all'energia atomica precedette ogni tipo di applicazione pratica di diversi decenni; gli scienziati, tra i quali Rutherford, i cui studi avevano posto le basi alla fisica delle particelle nei primi anni del 1900, non erano in alcun modo motivati dalle prospettive di future applicazioni pratiche, ignorando spesso le possibilità e le conseguenze che sarebbero poi derivate dai loro elaborati.

L'influenza della comunità scientifica

La seconda circostanza storica che facilitò la diffusione del modello lineare dell'innovazione fu il conseguente sforzo compiuto da parte della comunità scientifica dell'epoca volto a influenzare le politiche pubbliche di investimento per aumentare e raggiungere una quota stabile di finanziamenti per la ricerca. E' quindi evidente come la dimostrazione fornita dalla bomba atomica influì in modo significativo nel dibattito scientifico e tecnologico nel secondo dopoguerra: un importante numero di organi consultivi e comitati, frequentemente guidati da esponenti del mondo accademico ed impegnati nella discussione e nella pianificazione delle politiche delle istituzioni pubbliche, esternarono esplicitamente il loro sostegno verso lo sviluppo della tecnologia nucleare. Il prestigio e l'influenza della comunità scientifica non avevano mai raggiunto tale importanza. In molti paesi le spese di ricerca e sviluppo nel settore nucleare arrivarono a rappresentare il 50% della spesa pubblica complessiva destinata alla ricerca.

Le prospettive offerte dal settore nucleare avevano consentito alla comunità scientifica di giustificare e di ottenere una quota crescente di finanziamenti pubblici per la ricerca: la diffusione di questo fenomeno fu ulteriormente accentuata dall'avvento della guerra fredda e dalla guerra di Korea nel 1950 nel corso delle quali le agenzie militari di numerosi stati del mondo poterono contare sul sostegno finanziario quasi illimitato da parte dei governi (Freeman, 1996).

Nonostante il ruolo fondamentale di questi due specifici eventi nella diffusione del LM, l'utilizzo della casistica per la giustificazione delle spese per la ricerca di base, non condussero, e non conducono ancora oggi, ad una piena e completa accettazione del modello lineare dell'innovazione da parte degli esponenti del mondo accademico. Lo sviluppo del LM è stato un processo complesso, iniziato all'inizio del ventesimo secolo e non ancora concluso; un'analisi generale delle principali fasi di sviluppo del modello è necessaria al fine di comprenderne l'evoluzione, la complessità e gli aspetti controversi.

Analisi storica

Nonostante le difficoltà nel delineare con precisione le fonti originarie del modello lineare, è possibile distinguere tre fasi storiche durante le quali esso si è sviluppato.

La prima ha inizio a partire dai primi anni del ventesimo secolo e si protrae approssimativamente fino al 1935. Questo periodo storico è caratterizzato dallo sviluppo di schemi teorici che considerano solo le prime due fasi di quello che in futuro sarà poi definito come modello lineare dell'innovazione, la ricerca di base e la ricerca applicata. Numerosi esponenti del mondo accademico, in particolare studiosi delle scienze naturali, iniziano in questi anni ad elaborare modelli che considerano collegamenti casuali tra la ricerca di base e la ricerca applicata (Godin, 2006).

E' infatti nel 1945 che V. Bush pubblica il suo celebre articolo *Science: the Endless Frontier*, considerato da molti come la fonte accademica nella quale viene presentato per la prima volta un nesso casuale tra la scienza pura, ovvero ricerca di base, e il progresso socioeconomico. Bush si focalizza sui benefici dell'applicazione pratica nella realtà delle scoperte scientifiche e tecnologiche, affermando che solo il progresso in questi termini può portare alla crescita ed allo sviluppo dello stato moderno; egli sostiene che il progresso scientifico, quando applicato alla realtà, si traduce in un numero maggiore di posti di lavoro, salari più alti e orari di lavoro ridotti e, di conseguenza, è possibile concedere a coloro che lavorano più tempo da dedicare allo studio ed agli svaghi. Al fine di identificare il processo attraverso il quale la scienza si traduce in benefici socioeconomici, egli delinea le principali differenze tra la ricerca di base, definita come studio senza scopi di applicazione pratica finalizzato alla conoscenza generale necessaria alla comprensione della realtà, e la ricerca applicata. Bush rileva che queste due tipologie sono da considerare una in relazione con l'altra e sottolinea l'importanza della ricerca di base come fondamento per l'applicazione della conoscenza alla realtà sotto forma di innovazione di prodotto e di processo (Bush, 1945).

Allo stesso tempo, è necessario sottolineare come la tassonomia utilizzata da Bush non fu mai seguita come un modello sequenziale; lo scopo dell'autore era infatti quello di stimare la discrepanza tra i fondi spesi in ricerca di base e quelli dedicati alla ricerca applicata al fine di influenzare le scelte politiche a favore della ricerca di base e di ottenere un maggiore finanziamento per le università pubbliche statunitensi (Balconi M., Brusoni S., Orsenigo L., 2009).

Nonostante una parte degli accademici ancora oggi sostenga che non sia possibile identificare un esponente preciso al quale possa essere attribuita l'invenzione del modello, molti studiosi attribuiscono comunque a V. Bush la prima struttura teorica basilare dalla quale deriveranno gli studi successivi riguardanti l'argomento: l'articolo di Bush costituirà in seguito la base per lo sviluppo degli studi sul modello lineare durante la seconda fase del suo sviluppo, tra il 1934 ed il 1960 circa, durante la quale esso verrà integrato con una terza e nuova fase: lo sviluppo (Godin, 2006).

Questa locuzione venne originariamente introdotta a partire dall'inizio degli anni 20' quando diverse grandi aziende iniziarono a definire i reparti dediti all'implementazione di nuovi prodotti come "dipartimenti di sviluppo e di ricerca applicata". (Godin, 2005). Nonostante i primi dibattiti pubblici riguardanti l'innovazione avessero come obiettivo quello di persuadere l'industria a investire in ricerca di base, la realtà all'interno delle imprese era diversa: le attività di ricerca di base e applicata erano sensibilmente inferiori rispetto alle attività di sviluppo, rispecchiando l'idea diffusa che l'implementazione di nuovi prodotti e servizi era importante tanto quanto la ricerca di base e applicata se non addirittura il principale incarico dei laboratori industriali. I laboratori di sviluppo vengono descritti in un celebre libro di K. Mess (1920), a quell'epoca direttore del dipartimento di ricerca della Eastman Kodak, come dei reparti produttivi su piccola scala devoti allo sviluppo di nuovi prodotti o processi fino alla fase in cui essi siano pronti alla produzione su larga scala. K. Mess delinea il lavoro svolto dal suo laboratorio come una sequenza lineare tra la ricerca di base, quella applicata e lo sviluppo, definendo quest'ultimo come una fase intermedia che separa la ricerca scientifica dal reparto produttivo dell'azienda.

Anche secondo il U.S. National Research Council (1920, citato in Godin, 2006), la locuzione di sviluppo viene introdotta per la prima volta in ambito industriale; l'istituto statunitense evidenzia che diversi laboratori delle grandi aziende erano occupati sia in attività di ricerca industriale che di sviluppo; poiché tuttavia era sempre meno possibile tracciare una netta separazione tra le due tipologie di attività, a partire dai primi anni 30' diversi report aziendali unificarono le due terminologie in un'inseparabile locuzione: ricerca e sviluppo. Anche l'organizzazione della ricerca all'interno delle imprese fino alla seconda guerra mondiale rifletteva questa interpretazione: molto spesso entrambe le mansioni erano svolte simultaneamente dalle stesse persone ed era perfino difficile distinguere all'interno dei laboratori gli scienziati, studiosi della scienza pura, dagli ingegneri occupati nelle attività tecniche di sviluppo.

Bernal (1939, citato in Godin, 2006) sottolinea come la maggior parte degli ingegneri meccanici, elettrici e chimici erano necessariamente in parte anche scienziati, nonostante la loro occupazione principale fosse quella di tradurre nella pratica ciò che era stato scoperto dalla ricerca scientifica.

Il riconoscimento dell'attività di sviluppo acquisì definitivamente un ruolo di cruciale importanza sia nel panorama industriale sia in ambito accademico quando, tra il 1940 ed il 1950, studiosi provenienti da alcune delle più rinomate scuole di business iniziarono a sviluppare modelli di innovazione che illustravano attraverso rappresentazioni grafiche come fosse necessario considerare la ricerca come una sequenza evolutiva lineare che inizia con la ricerca di base, passa attraverso quella applicata ed arriva infine alla fase di sviluppo (Balconi M., Brusoni S., Orsenigo L., 2009).

Secondo Godin (2006), la prima descrizione esaustiva del modello così descritto fu presentata da R. Stevens (1941, citato in Godin, 2006), al tempo vice-presidente della Arthur D. Little. Nel suo articolo pubblicato nel 1941 sul United States National Resources Planning Board, Stevens delinea otto fasi consecutive attraverso le quali la ricerca deve svolgersi per poter essere utilizzata nella pratica dall'industria:

- Ricerca di base
- Ricerca applicata
- Ricerca di laboratorio
- Impianto Pilota
- Produzione
- Miglioramento
- Risoluzione dei problemi
- Controllo tecnico del processo e della qualità

Il terzo ed il quarto punto, la ricerca di laboratorio e la creazione dell'impianto pilota, corrispondono a ciò che viene ancora oggi considerato come sviluppo.

Il modello proposto da Stevens nel 1941 verrà approvato e riconosciuto da un numero significativo di esponenti del mondo industriale e del panorama accademico degli anni 40; grazie ai successivi contributi di F.R. Bichowsky (1942, citato in Godin, 2006) e di C.C. Furnas (1948, citato in Godin, 2006), il modello culminerà nel riconoscimento da parte di varie istituzioni nella sua versione semplificata e standardizzata a tre fasi:

Ricerca di base → Ricerca applicata → Sviluppo

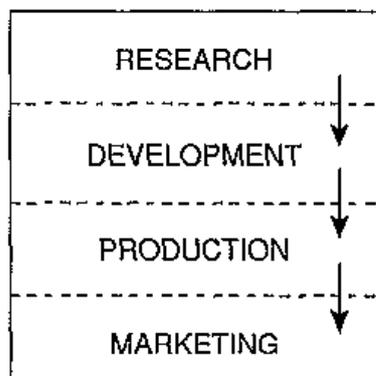
La terza ed ultima fase di evoluzione del modello lineare dell'innovazione avviene a partire dai primi anni del 1950. Durante questo periodo, economisti provenienti da alcune business school degli Stati Uniti estesero il modello ad attività non direttamente attinenti alla ricerca ad allo sviluppo come, per esempio, la produzione e la diffusione.

Nonostante gli economisti fossero entrati tardivamente nel dibattito, il loro contributo fu necessario per estendere il modello lineare ad una dimensione successiva, includendo il processo attraverso il quale la tecnologia viene tradotta in produzione commerciale e definendo questa fase "innovazione". (Balconi M., Brusoni S., Orsenigo L., 2009). A partire dal 1950, numerosi studi furono proposti nel tentativo di formalizzare in un modello sequenziale il concetto di innovazione introdotto da Schumpeter (1912) nonostante il contributo di quest'ultimo non fosse specificatamente incentrato sul ruolo della scienza, ma sul processo di innovazione come strumento chiave per spiegare la crescita economica. (Godin, 2006). Nel 1953, interpretando i concetti introdotti da Schumpeter, l'economista del Massachusetts Institute of Technology (MIT) W.P. Maclaurin (1953, citato in Godin, 2008) sviluppò uno schema teorico che proponeva un'analisi sequenziale del processo di innovazione e che suddivideva il processo del progresso tecnologico in 5 fasi facilmente misurabili e quantificabili: la scienza pura, l'invenzione, l'innovazione, il finanziamento ed infine la diffusione.

Sarà tuttavia necessario aspettare fino al 1967 prima che queste deduzioni vengano formalizzate in un modello lineare dell'innovazione; in questi anni, numerosi accademici analizzeranno diversi aspetti relativi al processo di innovazione: Carter e Wiliam (1957, citati in Godin, 2006) studieranno il ruolo degli investimenti in tecnologia nel collegamento tra la scienza studiata in un laboratorio e la soddisfazione di un bisogno del cliente; V.W. Ruttan (1959, citato in Godin, 2006) proporrà un modello per sintetizzare le teorie di Schumpeter nella sequenza Invenzione → Innovazione → Cambiamento Tecnologico ; E. Ames (1961, citato in Godin, 2006) suggerirà un modello in quattro fasi che sarà definito come “sequenza del mercato”: Ricerca → Invenzione → Sviluppo → Innovazione; F.M Scherer (1959, citato in Godin, 2006) identificherà nei suoi studi quattro ingredienti fondamentali dell'innovazione: l'invenzione, l'imprenditorialità, gli investimenti e lo sviluppo; E. Mansfield (1968, citato in Godin, 2006) sottolinea le differenze tra i concetti di invenzione e di innovazione, definendo quest'ultima come l'iniziale applicazione e diffusione della prima (dell'invenzione) nella realtà.

Tutti questi studi contribuirono significativamente a definire e costruire modelli in grado di spiegare il processo di innovazione come una sequenza lineare che, partendo dalle attività di ricerca, si concludesse nella commercializzazione e nella produzione del prodotto (Godin, 2006). Il contributo degli accademici, provenienti per la maggior parte da business school, fu quello di permettere la cristallizzazione di un nuovo modello lineare dell'innovazione, non più a tre, ma a quattro fasi così composto (Balconi M., Brusoni S., Orsenigo L. , 2009):

Ricerca di Base → Ricerca Applicata → Sviluppo → Produzione (diffusione)



Il modello lineare dell'innovazione: rielaborazione da Kline, Rosenberg, 1986

Il ruolo della statistica nella diffusione e nella accettazione del LM

Nonostante le innumerevoli critiche subite nel corso del ventesimo secolo, il modello lineare continuò ad essere considerato un punto di riferimento da parte delle istituzioni pubbliche nelle rilevazioni statistiche riguardanti l'allocazione delle risorse nelle diverse fasi del processo di innovazione (Balconi M., Brusoni S., Orsenigo L., 2009). Ciò significa che, a partire dagli anni 60, la gran parte degli istituti statistici nazionali utilizzarono la classificazione e la divisione in fasi proposta dal modello lineare al fine di misurare e comparare l'impatto degli investimenti in ricerca e sviluppo. Questo fenomeno favorì in modo significativo la cristallizzazione del LM e la sua conseguente vasta diffusione: le statistiche trasformarono ciò che al tempo era un modello ancora in fase di sviluppo in uno schema teorico considerato come certo (Godin, 2006).

Con il desiderio delle istituzioni di elaborare nuovi metodi unificati per misurare l'inferenza statistica delle risorse destinate alla ricerca e per permetterne la comparazione tra stati nacque quindi l'esigenza di definire con precisione il significato stesso della parola "ricerca", oltre che di distinguere e classificare in modo chiaro le attività da includere o da escludere nelle rilevazioni statistiche (Faridah *et al.*, 2015).

Fino agli anni '20, le principali istituzioni pubbliche non avevano dimostrato nessun particolare interesse verso l'elaborazione di modelli statistici che permettessero la comparazione dei dati, tanto da lasciare spesso libera interpretazione alle singole imprese nella classificazione delle attività da classificare come ricerca.

Di conseguenza, risulta estremamente difficile trovare studi qualitativamente validi precedenti agli anni 60'; nei due studi condotti dal National Research Council, rispettivamente nel 1920 e nel 1941 (che avevano lo scopo di mappare ed individuare le principali regioni degli Stati Uniti dove venivano effettuati investimenti in ricerca) la responsabilità di definire quali tipologie di attività erano da considerarsi ricerca fu, in entrambi i casi, lasciata ai partecipanti al questionario. Anche in Canada, il primo studio elaborato dal Dominion Bureau of Statistics non conteneva nessun riferimento specifico al significato vero e proprio della parola "ricerca" (Godin, 2006).

Negli studi effettuati in questi anni furono utilizzate prevalentemente due metodologie differenti. Nella prima, la ricerca veniva definita escludendo semplicemente le attività di routine e fornendo ai partecipanti dello studio una lista di attività inerenti per semplificare la classificazione e la scelta di quelle da inserire nel questionario.

Tra queste comparivano, oltre alla ricerca di base ed alla ricerca applicata, azioni di progettazione e di testing, di prototipazione e di design, le quali saranno successivamente categorizzate come “sviluppo”. Tuttavia, nel calcolo statistico non vi era alcuna distinzione tra le diverse tipologie e, per questa ragione, non sono disponibili dati disaggregati riguardanti le singole tipologie di ricerca.

Nonostante non esistesse ancora alcuna definizione precisa di ricerca, molte imprese iniziarono presto a definire, caratterizzare e separare le diverse tipologie di mansioni legate alla ricerca, suddividendo in categorie precise le diverse attività collegate al processo di innovazione.

E' a partire da questo momento che si diffuse la seconda metodologia, la quale si basava sulla basilare distinzione tra ricerca di base e ricerca applicata (Faridah *et al*, 2015).

L'utilizzo di questa scissione produsse tre diversi scenari, caratterizzati da conseguenze e reazioni da parte dell'ambiente accademico e da parte dei principali istituti nazionali di ricerca statistica; nel primo scenario, vari ricercatori ammisero che non era possibile produrre dati rilevanti a causa dell'assenza di rilevazioni statistiche significative (Godin, 2006).

Bernal (1939), uno tra i primi accademici a condurre uno studio per misurare la distinzione tra le due tipologie di ricerca, ammise che non era possibile tracciare una linea di separazione netta tra le risorse allocate per la scienza pura e quelle per la ricerca applicata e si limitò a pubblicare cifre dell'ammontare complessivo delle risorse destinate alla ricerca divise per settore economico. Nel secondo caso, al fine di produrre dati più concreti, furono utilizzate delle stime; nel suo celebre articolo “*Science: The Endless Frontier*”, V. Bush (1945) stimò che gli Stati Uniti spendessero in ricerca applicata circa sei volte tanto l'ammontare destinato a quella di base. Questi dati furono ottenuti equiparando l'indagine svolta nelle università americane alla ricerca di base e quella protratta a livello industriale alla ricerca applicata. Tuttavia, come Godin sottolinea nel suo articolo *The Linear Model of Innovation: The Historical Construction of an Analytical Framework* (2006), le fonti e le metodologie utilizzate nello studio di Bush sono completamente assenti dal report e, per questa ragione, lo stesso non può essere considerato come punto di riferimento per finalità di analisi.

Nel terzo ed ultimo caso prevalse lo scetticismo riguardo all'utilizzo della tassonomia, tanto che diversi autori espressero il loro dissenso riguardo all'utilizzo della stessa. In un report pubblicato nel 1938 dal U.S Natinal Resources Commitee (1938, citato in Godin, 2006), fu esplicitamente espressa la volontà di non utilizzare nessuna tassonomia e di non tracciare nessun confine tra la ricerca di base e quella applicata poiché, secondo i ricercatori dell'istituto, entrambe le tipologie contribuivano alla stessa maniera al processo di innovazione.

Il dibattito intorno alla separazione delle due tipologie di ricerca restò acceso fino al 1934, quando Huxley (1934, citato in Godin, 2003) introdusse una nuova tassonomia che divise la ricerca in quattro macro categorie: le prime due, definite come *background* and *basic*, furono categorizzate come ricerca pura mentre le seconde, le fasi di *ad hoc* e *development*, furono caratterizzate come applicata.

Nonostante Huxley non avesse condotto nessuna rilevazione utilizzando lo schema teorico da lui introdotto, la sua classificazione fu presto accettata dalla maggior parte degli accademici e sarà in seguito ripresa dall'OECD nel 1970 nella redazione del questionario "*The measurement of scientific and technical activities: proposed standard practice for surveys of research and experimental development*" che permetterà da quel momento il raffronto tra rilevazioni statistiche tra nazioni (OECD, 1970).

La tassonomia di Huxley verrà utilizzata per la prima volta in un report statistico già nel 1947 dal U.S. President's Scientific Research Board nel tentativo di misurare le risorse destinate alla ricerca ed allo sviluppo; tuttavia, a causa delle diverse metodologie contabili adottate dalle istituzioni, non fu possibile raccogliere dati accurati riguardo alle spese effettuate per la ricerca. (U.S. President's Scientific Research Board, 1947). Inoltre, nonostante l'adozione delle dettagliate definizioni fornite da Huxley, lo studio non considerò in modo separato le attività di sviluppo, categorizzandole come ricerca applicata (Godin, 2006). Nello stesso anno fu il dipartimento canadese DRS (Canadian Department of Reconstruction and Supply) a proporre per la prima volta un questionario che tracciava un confine netto tra le attività di ricerca (pura, background e ricerca applicata) dallo sviluppo, definito dal DRS come l'insieme delle attività necessarie all'implementazione di nuovi metodi e prodotti fino alla loro applicazione e commercializzazione nel mercato (Canadian Department of Reconstruction and Supply, 1947b). Nonostante l'efficacia della ricerca, il DRS non ripropose più il questionario e non ripeté questa ricerca fino alla pubblicazione del Manuale di Frascati da parte dell'OECD nel 1962.

La prima serie sistematica di rilevazioni che utilizzò la tassonomia proposta da Huxley fu eseguita da R.N. Anthony, professore alla Hardware Business School; egli individuò in modo preciso le attività che dovevano essere incluse nei calcoli e quelle che invece dovevano essere escluse (ricerche di mercato, spese legali, servizi tecnici e costi di produzione). La National Science Foundation (NSF) estese la categorizzazione proposta da Anthony a tutti i settori dell'economia americana ed, a partire dal 1959, proporrà una serie sistematica di rilevazioni statistiche basate sulle tre definizioni inizialmente proposte da Huxley e riviste da Anthony (Otley D., Broadbent J., Berry A., 1995):

- La ricerca di base viene definita come l'insieme dei progetti svolti al fine dell'avanzamento della conoscenza scientifica e tecnologica e che non hanno uno specifico obiettivo commerciale, nonostante possano riguardare il corrente campo scientifico in cui l'azienda opera.
- La ricerca applicata viene definita come l'insieme dei progetti che hanno come scopo la scoperta di nuova conoscenza scientifica a che hanno come fine ultimo la commercializzazione di nuovi prodotti o servizi.
- Lo sviluppo viene definito come l'insieme delle attività tecniche concernenti problemi non routinari che si presentano nel tentativo di tradurre scoperte scientifiche e tecnologiche in prodotti o servizi.

Queste tre categorie furono sviluppate per ragioni statistiche; tuttavia, esse servirono anche a definire con precisione le componenti delle fasi del processo di innovazione, culminante in un modello lineare a tre fasi: Ricerca di Base → Ricerca Applicata → Sviluppo (Godin, 2006).

A partire dai primi anni 60° la maggior parte degli stati adottarono simili definizioni, definendo la ricerca e lo sviluppo come l'insieme delle tre sopracitate fasi.

Nel 1963 infine, l'OECD (l'organizzazione per la cooperazione e lo sviluppo economico) decise di standardizzare definitivamente questa categorizzazione al fine di produrre un manuale metodologico, definito successivamente come "il manuale di Frascati", per la conduzione di rilevazioni statistiche che avrebbero permesso il confronto tra i dati delle diverse nazioni appartenenti all'organizzazione.

Il manuale, in linea con le idee espresse dal NSF pochi anni prima, specificò che la raccolta dei dati doveva avvenire secondo le tre componenti della ricerca, definite come segue (Balconi M., Brusoni S., Orsenigo L., 2009):

- La ricerca di base viene definita come il lavoro indirizzato principalmente all'avanzamento della conoscenza scientifica, senza prevedere una specifica applicazione pratica.
- La ricerca applicata viene definita come il lavoro principalmente svolto sempre per l'avanzamento della conoscenza scientifica, ma in vista di uno specifico utilizzo pratico.
- Lo sviluppo viene definito come l'uso dei risultati provenienti dalla ricerca di base e applicata al fine di permettere l'introduzione nel mercato di nuovi materiali, dispositivi, prodotti, sistemi e processi o per permetterne il miglioramento.

E' facile dedurre come l'utilizzo continuato del modello lineare dell'innovazione nelle rilevazioni statistiche da parte delle istituzioni abbia facilitato sensibilmente il processo di cristallizzazione e di accettazione del modello. Secondo Godin (2006), le statistiche che si riferiscono a questa separazione in tre fasi del processo sono gli unici dati utili al fine di valutare e di capire l'organizzazione della ricerca, in particolare all'interno delle imprese. Inoltre i tentativi di utilizzo di modelli alternativi non hanno mai portato a risultati particolarmente significativi; la statistica, conclude Godin, rimane quindi uno strumento necessario per permettere la sopravvivenza dei concetti e sottolinea come l'assenza di dati rappresenti simultaneamente una barriera al cambiamento di modelli e schemi analitici.

Critiche al LM e modelli alternativi

Nel corso della storia, pochi modelli hanno ricevuto tante critiche quanto quelle ricevute dal modello lineare. Nel 1996, Christopher Freeman enfatizza il dibattito intorno all'innovazione affermando come in quegli anni fosse quasi impossibile leggere un libro od un articolo accademico che non attaccasse e distruggesse le teorie proposte nell'LM. Egli si pone in difesa del modello ed afferma che, considerando il tipo di innovazioni necessarie per affrontare i problemi ambientali causati dalle attività economiche, le teorie tanto criticate in quel periodo sarebbero potute in realtà servire da supporto alle proposte potenziali di nuovi modelli (Freeman, 1996). Nonostante ciò, l'articolo dell'autore non ebbe un impatto significativo nel panorama accademico e non contribuì a fermare le continue condanne ricevute dal modello. In un successivo articolo pubblicato nel 2010, sempre in linea con l'opinione di Freeman, Balconi, Brusoni ed Orsenigo desiderarono proporre una linea di difesa nei confronti del LM, giustificando la loro ricerca con una crescente insoddisfazione verso l'allora attuale tendenza di critica generale nei confronti del modello lineare da parte degli studi economico-sociali, della tecnologia e dell'innovazione (Balconi, Brusoni e Orsenigo, 2010). Sulla stessa linea, Mirowsky (2011, citato in Balconi, Brusoni e Orsenigo, 2010) afferma come recentemente sia diventato un luogo comune iniziare i corsi di materie politiche ed economiche con una breve introduzione riguardo al modello lineare, con il solo scopo di sconfessare rapidamente le sue teorie e denigrarne i contenuti.

Visto e considerato la grande quantità di condanne ricevute dal LM, risulta necessario restringere il dibattito a quelle che sono ancora oggi considerate come le alternative più valide al modello originale. Tra queste spiccano due modelli alternativi particolarmente rilevanti: il Chain Linked model proposto da Rosenberg e Kline nel 1986 ed il modello a Tripla Elica proposto da Etzkowiz nel 1998. Il primo dei due modelli fu particolarmente apprezzato in ambito accademico per l'enfasi posta sul ruolo cruciale svolto dai cosiddetti feedback all'interno del processo di innovazione; il modello sottolinea come i fattori che garantiscono la nascita dell'innovazione non derivano dalla ricerca scientifica, ma piuttosto dalla necessità degli utilizzatori finali e, più in generale, dal bisogno collettivo di ricevere una soluzione in risposta ai bisogni.

La seconda alternativa, il modello a tripla elica, si focalizza sul ruolo dell'interazione tra il mondo universitario, la pubblica amministrazione ed il settore privato.

Il sistema di relazioni che si instaura tra queste diverse istituzioni facilita il trasferimento di informazioni e di conoscenza; grazie a questa struttura dove le tre sfere istituzionali rappresentano la base del modello, nasce un ambiente nel quale la conoscenza circola in modo naturale tra gli individui e, di conseguenza, l'innovazione nasce e si sviluppa grazie ad un flusso di comunicazione continuo. Nel modello proposto da Etzkowitz, le tre sfere istituzionali operano a pari livello all'interno di un unico schema circoscritto che permette di far emergere i soggetti capaci di proporre idee innovative in risposta ai bisogni della collettività.

Il Chain Linked Model di Rosenberg e Kline

Durante i primi anni Sessanta si assiste ad un cambiamento sostanziale nella redazione di nuovi modelli: il marketing e più in generale l'introduzione sul mercato dell'innovazione, che fino a quel momento avevano rappresentato l'ultima fase dei modelli proposti fino a quel tempo, diventano i principali protagonisti nella modellizzazione del processo di innovazione. Il consumatore finale, con l'espressione delle sue preferenze attraverso il consumo di beni e servizi, assume infatti un ruolo cruciale nell'intero ciclo: secondo questi nuovi modelli, il mercato è in grado infatti di percepire le variazioni nella domanda e dell'offerta e di adattarsi di conseguenza ai bisogni dei consumatori finali introducendo sempre nuove innovazioni sul mercato. Lo studio del consumatore, ormai protagonista assoluto del ciclo, diventa essenziale per la comprensione del mercato e guida le imprese verso ciò che viene richiesto dalla domanda di mercato (Adamoli, 2005). Nonostante inizialmente questa categoria di modelli sia accettata quasi unanimemente da parte della comunità scientifica, a partire dai primi anni Settanta alcuni studiosi iniziano a dubitare della validità del modello, sottolineando l'incapacità dello stesso di attribuire un ruolo alla ricerca scientifica, che secondo alcuni ricopriva ancora una posizione fondamentale nella creazione di nuova innovazione. Al fine di colmare questa lacuna, alcuni studiosi cercano di introdurre nuovi modelli capaci di integrare il ruolo della ricerca scientifica alla capacità dei consumatori di influenzare il ciclo innovativo, combinando il cosiddetto approccio "technology push" all'approccio "demand pull". Il primo studio di un nuovo modello comunemente accettato fu proposto per la prima volta da Rosenberg e Kline nel 1986: essi introducono un modello alternativo al modello lineare dell'innovazione ed ai modelli successivi che non consideravano il ruolo della scienza, il "chain linked model", sottolineando gli aspetti controversi di questi ultimi; la differenziazione principale proposta in questo nuovo modello consiste nell'abbandono della struttura unidirezionale seguita fino a quel momento dagli altri modelli. Inoltre, per la prima volta, si detona la presenza all'interno della struttura della cosiddetta "prior knowledge", ossia del sapere posseduto da coloro che lavorano direttamente all'interno dell'azienda che produce innovazione. Gli autori sostengono che considerare la successione degli eventi nel LM come una sequenza a senso unico non consente in alcun modo di dosare l'output della "scatola nera" della tecnologia (termine utilizzato dagli economisti nell'analisi dell'innovazione tecnologica, intesa come un sistema contenente processi e componenti sconosciuti) per diverse motivazioni.

Più correttamente, gli autori considerano l'esistenza di più scatole nere legate alla diversa natura dei vincoli di mercato presenti in ogni diverso settore economico ed al modo in cui l'innovazione viene generata in ciascuno di essi. Nei loro studi, Rosenberg e Kline considerano infatti la diversa natura della conoscenza generata in ogni diverso contesto aziendale ed il conseguente valore dell'output e del profitto generato (Kline S.J., Rosenberg N., 1986). Prima di analizzare il modello proposto da Kline e Rosenberg, risulta necessario sottolineare che questo approccio presenta diverse criticità: esso non considera infatti che l'innovazione e la conoscenza generata in uno specifico settore o contesto aziendale sia successivamente riutilizzabile in altri settori dell'economia e come essa possa portare benefici concreti in contesti opposti a quello di nascita (basti pensare come un'innovazione in campo energetico sia capace di essere riprodotta e utilizzata in svariati settori economici); in secondo luogo, questa modalità di analisi, che considera l'esistenza di una cosiddetta scatola nera della quale non sia possibile conoscerne il contenuto e in cui l'output non è in nessun modo misurabile, è spesso considerata troppo semplicistica.

Nella tesi proposta dai due autori viene criticata l'idea che il modello lineare dell'innovazione opera in unica direzione, dalla scienza pura all'innovazione, e che siano solo la ricerca e la conoscenza tecnologica a favorire il progresso (technology push).

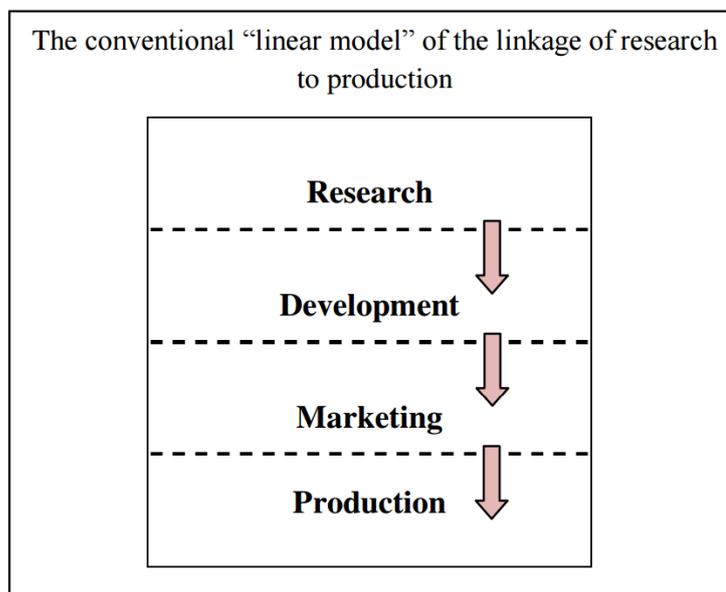


Figura 2. Source: Rielaborazione da Kline, Rosenberg, 1986

Come si evince dalla rielaborazione degli autori dell'originale modello lineare, si evince come la principale causa del processo di innovazione sia la ricerca scientifica, definita nel modello lineare come "research"; inoltre, risulta evidente la caratteristica di unidirezionalità del modello, che spiega la creazione di nuova innovazione come un susseguirsi lineare delle diverse fasi. Questa semplificazione del processo di innovazione è motivata dalla fiducia nel progresso tecnologico dei primi anni cinquanta e dalla convinzione che le grandi scoperte scientifiche di quel tempo avrebbero aperto la strada a nuove tecnologie. Contrariamente, il chain linked model riconosce che spesso sia la domanda stessa di innovazione a incentivare la creazione di nuova scienza, smentendo la caratteristica di unidirezionalità del LM; in questo nuovo modello viene sottolineata l'importanza della presenza di un sistema di cosiddetti "feedback" tra i vari comparti che compongono il processo di innovazione: essi interagiscono continuamente tra loro e collegano i bisogni percepiti dagli utenti del mercato alla creazione di nuove innovazioni tecnologiche (demand pull). Questa caratteristica del modello risulta fondamentale nel processo di decisioni che porta il prodotto alle successive modifiche e che facilita il passaggio del prodotto o del servizio ad uno step successivo.

Nel mondo reale le informazioni non vengono trasmesse in modo completo e non risultano mai completamente fruibili da parte degli individui che le ricevono (asimmetria informativa); inoltre, in un mondo dove vige l'incertezza, la comunicazione (feedback) di informazioni verso individui disposti a correre dei rischi al fine di generare innovazione (gli imprenditori) ricopre un ruolo fondamentale.

Il secondo aspetto critico sottolineato da Kline e Rosenmberg è che il modello lineare considera erroneamente la scienza, e non il design, come il fulcro centrale del processo di innovazione; il design e il re-design continuo sono infatti per molti aspetti essenziali per avviare il processo che porta all'introduzione di nuove innovazioni. Le problematiche che sorgono in fase di progettazione e di sperimentazioni di nuovi prodotti e processi conducono spesso a nuove scoperte, generando in alcuni casi nuova conoscenza scientifica tecnologica (Fagerberg, J., 2004).

Il chain linked model considera l'innovazione come un processo complesso, variegato e difficile da misurare; una premessa fondamentale del modello è infatti quella che presuppone che le innovazioni non hanno una dimensionalità uniforme; non esiste di conseguenza nessun metodo di misurazione comunemente accettato che permetta la misurazione della loro importanza o del loro impatto sulla realtà. Tale circostanza influenza la nostra percezione riguardo al processo di innovazione in due modi significativi: in primo luogo, esiste una tendenza diffusa ad identificare le maggiori innovazioni con l'introduzione di nuove nei prodotti più "visibili" come, per esempio, le automobili, gli aerei, le tecnologie portatili (computer e cellulari), le medicine e così via. La realtà è che invece la gran parte del cambiamento tecnologico avviene quasi impercettibilmente e deriva da piccolissimi mutamenti che avvengono quotidianamente a livello industriale come, per esempio, la modifica del design di una macchina che si tradurrà anche in maggiore efficienza del processo di produzione, l'introduzione di nuovi materiali che consentiranno un risparmio sui costi dei materiali o, ancora, la modifica dell'ordine della sequenza delle operazioni nel sistema di produzione. In secondo luogo, secondo gli autori del modello sarebbe un grave errore considerare l'innovazione come un oggetto ben definito che entra a far parte dell'economia nel preciso istante in cui esso diventa disponibile e reperibile sul mercato. Questo perché la maggior parte delle innovazioni passa attraverso cambiamenti drastici durante il loro ciclo di vita e ciò trasforma completamente il loro significato economico.

Il conseguente miglioramento di un'invenzione dopo la sua introduzione potrebbe essere significativamente più importante da un punto di vista economico del prodotto nella sua forma originale.

E' infatti il processo di miglioramento successivo all'invenzione che può portare alla creazione di un congegno di grande significato economico (Kline S.J., Rosenberg N., 1986).

Già nel 1991, Rosenberg affermò in uno dei suoi articoli che il modello lineare era ormai morto, poiché rappresentante di un processo di innovazione in cui il cambiamento tecnologico dipende ed è strettamente correlato ad una precedente ricerca scientifica. L'autore definisce la struttura dell'LM come "economicamente ingenua" ed estremamente semplicistica (Rosenberg, 1991).

Nel chain linked model non è presente solo un unico percorso delle attività, bensì cinque; il primo di questi viene definito da Kline e Stephen (1985) come "central-chain-of-innovation" ed è il percorso che collega i cinque comparti principali tra di loro; è tra queste cinque sezioni che Kline identifica un secondo percorso rappresentato da un sistema di feedback che operano e collegano il potenziale necessario allo sviluppo di nuovi prodotti e servizi ai bisogni percepiti dai coloro che interagiscono nel mercato. Il terzo percorso è quello che collega la ricerca a tutti i comparti, sottolineando il ruolo della ricerca in tutte le fasi del processo di innovazioni. Gli ultimi due percorsi, ovvero quelli che collegano la distribuzione e il mercato agli altri quattro comparti ed alla ricerca svolgono un ruolo generico di supporto, concorrendo all'interazione tra il sapere e la ricerca e tra le diverse fasi del processo di innovazione che spesso avvengono all'interno di un'azienda (i primi quattro comparti) (Kline S.J., Rosenberg N., 1986). Le caratteristiche del modello di Rosenberg e Kline ricalcano un'importante idea introdotta da Schumpeter, ossia che l'innovazione possa agire trasversalmente nei diversi contesti con i quali un'impresa entra in contatto; inoltre, essa non consiste solo nell'introduzione di un'invenzione completamente diversa da ciò che esisteva precedentemente ma anche nel rimescolamento di caratteristiche già esistenti che possano in qualche maniera dare vita a qualcosa di interessante per il mercato e per la società.

In conclusione, è possibile affermare che il chain linked model propone una visione più complicata, ma allo stesso tempo più reale del processo di innovazione, evidenziando un sistema di feedback tra le fasi del processo di innovazione e introducendo la presenza di flussi informativi bidirezionali derivanti anche dai consumatori finali.

I modelli successivi al Chain Linked Model: dagli anni Novanta ad oggi

Nonostante i modelli fino ad ora presentati abbiano contribuito, durante tutto il ventesimo secolo, allo sviluppo delle teorie intorno alla creazione di innovazione, appare evidente come essi pongano un'eccessiva attenzione verso due aspetti principali: il processo di produzione interno all'impresa e il soddisfacimento dei desideri del consumatore in risposta alla domanda. Al contrario, approfondendo le teorie di Schumpeter, è possibile dedurre che in questi modelli manca un ulteriore aspetto critico nel processo di innovazione, ovvero la trasversalità dello sviluppo di tecnologia in ogni singolo aspetto di un'azienda e non solo riguardante il ciclo produttivo. Inoltre, Schumpeter evidenzia come l'innovazione non debba solo essere considerata come l'introduzione di un prodotto completamente differente dai precedenti ma anche come la nascita di nuovi prodotti a partire dalla ricombinazione degli elementi già esistenti che da soli non presentano caratteristiche di novità. A partire dai primi anni Novanta, alcuni studiosi iniziano infatti a rivalutare la validità dei modelli presentati fino a quel momento, incluso il chain linked model proposto da Rosenberg e Kline; i nuovi studi iniziano a dubitare sull'assenza all'interno di questi modelli del ruolo delle dinamiche che prendono vita al di fuori del mero contesto aziendale ma che impattano significativamente sul processo di innovazione e sullo sviluppo di nuove tecnologie all'interno di un'impresa. Tra i modelli rilevanti proposti a partire dagli anni '90 ad oggi, si evince il modello a tripla elica proposto da Etzkowitz nel 1998: egli sottolinea per la prima volta il ruolo cruciale delle interazioni tra le tre diverse sfere della società (le imprese, le università ed il governo) e della trasmissione di informazioni tra di esse. In particolare, Etzkowitz richiama le nuove funzioni e mansioni svolte da parte dal mondo universitario nella creazione di nuova tecnologia ed innovazione: le università non solo contribuiscono alla creazione di nuova conoscenza per la società ma si impegnano a rendere utilizzabili le scoperte da parte di soggetti terzi. L'università, che sarà caratterizzata con l'accezione di "imprenditrice", opera al suo interno al fine di generare nuove conoscenze e trasferirle alle imprese esterne per lo sviluppo di ulteriore innovazione. Le istituzioni universitarie abbandonano definitivamente il loro ruolo tradizionale di mere fornitrici di personale qualificato al mondo del lavoro e contribuiscono attivamente ad incentivare la creazione di nuove imprese nei settori più avanzati della scienza e della tecnologia.

Il Modello a tripla elica di Etzkowitz

Il modello a tripla elica viene proposto per la prima volta da Henry Etzkowitz nel 1998 con l'intento di proporre un nuovo schema per spiegare il processo di innovazione attraverso l'interazione tra le principali istituzioni della società moderna: le università, l'industria ed i governi (Leydesdorff L., Etzkowitz H., 1998). Il modello a tripla elica si basa su tre nuovi elementi principali rispetto ai modelli precedenti. In primo luogo le università assumono un ruolo cruciale nello sviluppo di innovazione, alla pari con le industrie ed il governo che insieme lavorano in una società basata sulla conoscenza; in secondo luogo il modello si basa sulla collaborazione tra le tre sopracitate sfere istituzionali ed è da questo rapporto di interazione che nasce l'innovazione, non più considerata come una singola prescrizione da parte del governo. Per ultimo, oltre all'adempimento delle loro funzioni, ogni sfera istituzionale assume inoltre il ruolo delle altre, incorporando nuove attività in aggiunta a quelle a loro intitolate tradizionalmente. In questo modello la nuova posizione e il nuovo ruolo assunto dalle istituzioni viene visto come la maggior potenziale fonte per la creazione di innovazione. Inizialmente, l'industria opera nel modello a tripla elica come luogo di produzione; il governo come fonte di rapporti contrattuali che garantiscono interazioni stabili e rapporti di scambio; le università come fonte di nuova conoscenza e tecnologia. Quest'ultime assumono un ruolo sempre più cruciale nell'incubazione di nuove imprese e per questa ragione non sono più considerate solo come fonte di conoscenza, ma come luogo dove viene sviluppata nuova tecnologia.

Molte di esse sviluppano infatti le capacità organizzative necessarie al fine di trasferire formalmente la tecnologia sviluppata, non basandosi più esclusivamente solo su legami di tipo informale. Le università estendono inoltre le loro funzioni e iniziano a includere organizzazioni esterne attraverso nuovi insegnamenti dedicati all'imprenditorialità e alla creazione di progetti d'incubazione (Fagerberg, J., 2004). Piuttosto che servire solo come origine di nuove idee per le imprese esistenti, le università iniziano ad unire le loro capacità di ricerca e di insegnamento per diventare fonte di formazione di nuove imprese, in particolare nelle aree avanzate della scienza e della tecnologia. Le università diventano sempre più motore di sviluppo economico regionale e un importante numero di istituzioni accademiche è orientato e fondato per questi scopi. I nuovi meccanismi organizzativi, come gli incubatori di imprese, i parchi scientifici e le reti diventano una fonte di attività economica e di scambio internazionale. Nuove modalità di produzione di conoscenza interdisciplinare ispirano infatti la creazione di progetti di collaborazione di ricerca e di formazione per le imprese.

Le istituzioni universitarie rivestono quindi un ruolo imprenditoriale assumendo una posizione proattiva nel rendere disponibili le conoscenze utilizzabili da terzi: esse operano pertanto in uno schema interattivo di innovazione e non seguono più un modello lineare. Poiché le imprese necessitano di un aumento del loro livello tecnologico, vengono coinvolte in livelli di formazione più elevati e in attività di condivisione della conoscenza (Leydesdorff L., Etkowitz H., 1998).

L'università imprenditrice (The Entrepreneurial University) ricopre un ruolo cruciale all'interno del modello a tripla elica: essa non solo agisce attivamente a creare nuova conoscenza ma si impegna a permetterne l'utilizzo da parte di terze parti. Gli studenti non rappresentano più solo una nuova generazione di professionisti nei diversi campi accademici; sono preparati durante la loro esperienza in ambiente accademico a diventare imprenditori in grado di contribuire attivamente allo sviluppo complessivo di società che richiede outcome sempre maggiori. L'università imprenditrice sviluppa al suo interno la capacità di generare nuova tecnologia e di trasferirla al suo esterno, assumendo un ruolo totalmente distaccato dalla sua tradizionale funzione di "fornitrice" di risorse umane per il mondo del lavoro. Piuttosto che rappresentare solamente una di ispirazione per nuove idee imprenditoriali, le istituzioni universitarie agiscono ora da trampolino per la formazione di nuove imprese, in particolare in settori avanzati della scienza e della tecnologia. Le università diventano un motore dello sviluppo economico regionale e, per questa ragione, l'intera istituzione viene riorganizzata al fine di contribuire alla crescita e alla prosperazione della società. Oltre al suo tradizionale ruolo di regolamentazione e di definizione delle regole del gioco, il governo agisce invece come una sorta di imprenditore pubblico. La globalizzazione diventa un fenomeno sempre più decentrato, prendendo spesso vita grazie alla creazione di network regionali sia tra università sia tra le grandi compagnie ed organizzazioni multinazionali.

A partire dal momento in cui le università iniziano a costituire reti, diventano capaci di unire e sfruttare la loro conoscenza interna intesa come proprietà intellettuale. Nelle attuali circostanze internazionali, l'innovazione inizia a ricoprire un ruolo così importante che non è più possibile lasciare ogni responsabilità ad un gruppo ristretto di imprese: l'innovazione si è estesa infatti da un processo solitamente interno ad una o più imprese sino all'inclusione di istituzioni che tradizionalmente non hanno mai ricoperto ruoli ad essa legati (Stanford University, 2012).

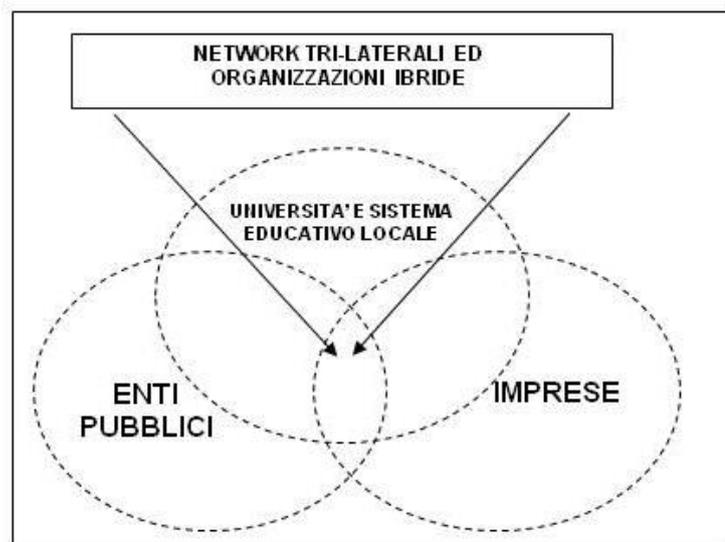
Grazie ai successivi contributi da parte di numerosi accademici, la ricerca teorica e empirica degli ultimi vent'anni intorno al modello a tripla elica ha portato alla costituzione di un modello teorico che permette l'analisi e la comprensione di alcune tra le più complesse dinamiche attuali dell'innovazione e che influisce inoltre nel processo decisionale delle scelte politiche correlate allo sviluppo ed all'innovazione. La letteratura intorno al modello a tripla elica può essere tuttavia analizzata da due principali prospettive, una di carattere (neo) istituzionale e l'altra di carattere evolutivo (Stanford University, 2012).

La prospettiva (neo) istituzionale ricalca l'indagine svolta nel precedente paragrafo, analizzando la crescente importanza delle università come attrici protagoniste nel processo di innovazione; basandosi su diversi casi studio regionali e nazionali, è possibile definire questo nuovo ruolo svolto dalle università inteso come commercializzazione della ricerca accademica e come coinvolgimento nello sviluppo socio-economico della società.

Questa prospettiva caratterizza inoltre tre diverse configurazioni nel posizionamento delle università, dell'industria e degli enti governativi ed istituzionali storica (Leydesdorff L., Etzkowitz H., 1998; Stanford University, 2012):

- una configurazione statalista, in cui il governo ricopre il ruolo principale e indica la strada che il mondo accademico e l'industria devono percorrere, considerando limitate le loro capacità di avviare e sviluppare autonomamente trasformazioni tecnologiche (ad esempio in Russia, Cina, alcuni paesi europei dell'America Latina);
- una configurazione "laissez-faire", caratterizzata da un intervento statale nell'economia limitato (come ad esempio negli Stati Uniti ed in alcuni paesi dell'Europa occidentale) e dove l'industria rappresenta la forza trainante nel processo di innovazione. Anche l'università ricopre in questa configurazione un ruolo minore e di tipo sussidiario, agendo unicamente come fornitrice di risorse umane qualificate per l'industria;
- una configurazione bilanciata, specifica per la transizione verso una "società della conoscenza", in cui l'università e le altre istituzioni agiscono in collaborazione con l'industria e il governo, prendendo spesso iniziative congiunte e condivise. (Etzkowitz e Leydesdorff 2000).

La configurazione bilanciata è l'approccio che permette di intuire al meglio la finalità del modello a tripla elica, ovvero che l'ambiente ideale per la creazione di innovazione si trova in prossimità dell'intersezione tra le tre sfere.



Fonte: adattamento da Etzkowitz e Leydesdorff (2000)

La seconda prospettiva dalla quale è possibile scomporre il modello a tripla elica è quella di carattere evolutivo. Questa seconda metodologia di analisi, che si ispira alla teoria dei sistemi di comunicazione sociale (Luhmann 1975, 1984, citato in Stanford University, 2012) ed alla teoria matematica della comunicazione (Shannon, 1948 citato in Stanford University, 2012) considera l'università, l'industria e le istituzioni governative come un unico insieme di entità sociali che interagiscono tra loro attraverso una fitta struttura di reti: il sociologo tedesco Leydesdorff scopre che il ruolo ricoperto dalle tre sfere giungono spesso a sovrapporsi l'un l'altro e le dinamiche che prendono vita all'interno delle stesse sono molto spesso simili. Queste interazioni, secondo Leydesdorff ed Etzkowitz (1998), sono parte di due separati processi di comunicazione e di differenziazione: uno funzionale, tra scienza e mercato, ed uno istituzionale, tra controllo pubblico e privato a livello di università, industrie e di governo.

Inoltre, la differenziazione interna all'interno di ogni sfera istituzionale genera nuovi tipi di collegamenti e di strutture tra le tre sfere (come per esempio la nascita di alleanze strategiche tra università e aziende) e consente di conseguenza di dare vita a nuovi meccanismi di integrazione tra le tre protagoniste del processo di innovazione. Le sfere istituzionali sono anche viste come ambienti di selezione che possono generare nuovi scenari favorevoli allo sviluppo di innovazione (Etzkowitz e Leydesdorff, 2000). Le interazioni tra gli attori del modello a tripla elica possono essere misurate da indicatori statistici che ne permettono la valutazione: utilizzando l'entropia, per esempio, è possibile capire il grado di interazione in corso tra le tre sfere, mentre attraverso indici più specifici è possibile carpire il livello di collaborazione tra pubblico e privato, la sua concentrazione geografica e le sue più dirette implicazioni (Leydesdorff e Meyer, 2010, citati in Stanford University, 2012).

Nel modello a tripla elica si sviluppa quello che può essere definito come “capitalismo della relazione” all’interno del quale il sistema universitario assume per la prima volta un ruolo diverso dalle sue funzioni tradizionali, iniziando a utilizzare i brevetti come strumento per valorizzare la conoscenza generata al suo interno e dove i docenti non sono più solo gli individui grazie ai quali la conoscenza viene trasferita, bensì dei veri e propri “imprenditori della conoscenza”; la pubblica amministrazione assume un ruolo cruciale nella mediazione tra le diverse sfere istituzionali e diventa mediatrice tra di esse al fine di gestire e di garantire la proprietà intellettuale; le aziende private beneficiano della conoscenza generata all’interno delle altre sfere, decentrando e delocalizzando la produzione di conoscenza.

In queste circostanze, è possibile di conseguenza identificare una tipologia di capitalismo della conoscenza che è però capace di non sconfinare in una mera mercificazione dei risultati della ricerca accademica e dello sforzo intellettuale degli studiosi e che, allo stesso tempo, valorizza il ruolo delle università (non più considerate come una fonte di produzione di pure nozioni teoriche) nella produzione di innovazione (Rossi, 2008).



Rielaborazione di Rossi, 2008

Dal Network Model di Trotter all'Open Innovation

Una recente tesi che prova a colmare queste lacune è il modello presentato da Trotter (2005), il quale prova a spiegare l'importanza delle dinamiche esterne all'impresa introducendo due nuovi fattori all'interno del suo modello: il livello di comunicazione con l'ambiente esterno e l'influenza dell'ambiente circostante. Esso viene così rappresentato nell'articolo di Trotter:

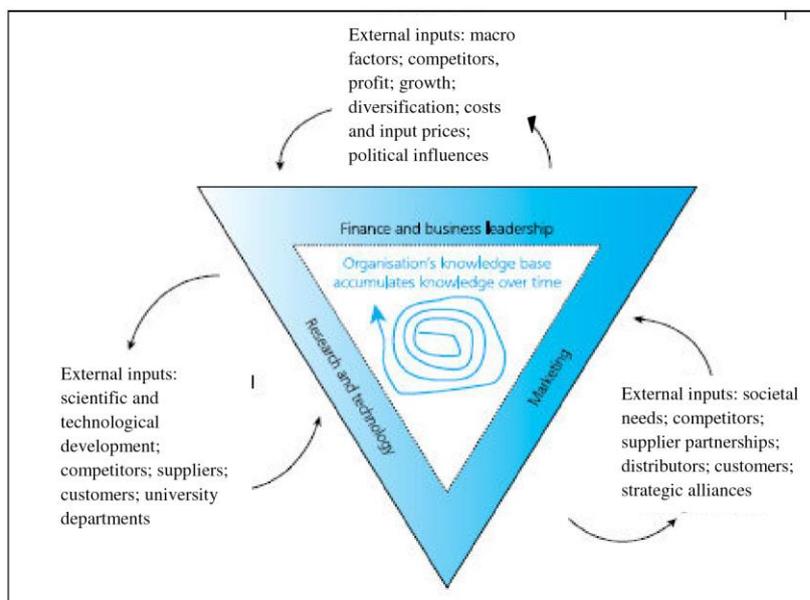


Figura 5. Source: Trotter; 2005

Oltre all'introduzione di due nuovi fattori all'interno del processo, il modello evidenzia il ruolo dell'interazioni formali ed informali che permettono l'innescarsi dell'intero ciclo innovativo. Questo nuovo schema di molteplici interazioni all'interno di un'azienda creano le circostanze affinché si condividano punti di vista diversi, idee e dove la creatività delle persone inizia a ricoprire un ruolo significativo nella divulgazione di nuove scoperte. Riprendendo e citando un modello ancora oggi valido proposto da Polanyi (1966), Trotter ribadisce come spesso sia estremamente complesso spiegare gli avvenimenti quotidiani ed è quindi difficile proporre un modello teorico che permetta di fornire una spiegazione teorica a ciò che si fa. Questo specifico fattore viene spesso caratterizzato con il termine "tacit knowledge", che fa riferimento all'insieme di conoscenze tacite e di conseguenza alle capacità tecniche possedute da tutti coloro che lavorano all'interno di un'impresa.

Lo studio di Trotter conferma infatti che questa caratteristica contribuisce in modo significativo alla creazione di nuova conoscenza all'interno di un'organizzazione e come, in generale, sia necessario sfruttare al massimo le idee ed intuizioni dei singoli che collaborano all'interno di un ambiente di lavoro al fine di massimizzare la creazione di nuova tecnologia e aumentare complessivamente il valore dell'output prodotto da un'impresa (Trotter, 2005). In questo modello viene per la prima volta introdotto il ruolo delle dinamiche di tipo formale: l'autore cita come esempio il ruolo di una lingua di comunicazione comune all'interno di un'azienda come strumento necessario alla trasmissione di conoscenza, non solo tra lavoratori ma tra i differenti reparti di un'organizzazione (Nonaka, 1994). Inoltre, riprendendo in parte la tesi proposta da Etzkowitz (2000) nel modello a tripla elica, Trotter ribadisce l'importanza delle interazioni dell'impresa con le diverse istituzioni presenti nell'ambiente circostante; in particolare, egli sottolinea l'importanza del ruolo delle partnership con la sfera universitaria per attingere alla conoscenza prodotta all'interno di quest'ultima al fine di massimizzare l'innovazione prodotta. Questa caratterizzazione riprende le teorie affermate nel filone di studi proposti nell'ambito della cosiddetta "knowledge economy" (introdotta nella sezione di questo lavoro dedicata al modello a tripla elica) e che considera cruciale il ruolo dell'interazione tra le tre diverse sfere che contribuiscono al processo di innovazione: l'impresa, l'università e la pubblica amministrazione. Il modello della knowledge economy rappresenta un significativo passo avanti rispetto ai modelli precedenti, che consideravano l'impresa come un ambiente chiuso, privo di comunicazione ed interazioni con il mondo esterno. Nonostante le caratteristiche innovative proposte da questa nuova tipologia di modelli, emerge un aspetto di chiusura verso l'esterno; infatti, questo insieme di strutture, definite con l'accezione "closed network of innovation" (D. du Preez, Louw, 2008), sostengono che l'innovazione sia generata ad ogni modo all'interno del triangolo composto dalle tre sfere istituzionali che interagiscono all'interno del modello.

Un ulteriore progresso sotto profilo viene messo registrato successivamente grazie all'introduzione dei modelli categorizzati con il termine di "Open Innovation". Questa tipologia di modelli si basa sempre sulla costituzione di network, tuttavia, invece che focalizzarsi sulla creazione di idee innovative all'interno di un'azienda, essi prendono in considerazione l'insieme delle informazioni e delle idee che circolano esternamente all'impresa, ossia nel mercato (D. du Preez, Louw, 2008). Il concetto di open innovation viene definito inizialmente da Henry Chesbrough nel suo celebre articolo "Open Innovation: the New Imperative for Creating and Profiting from Technology".

I fondamenti della sua ricerca si basano sull'idea che sia necessario "innovare all'interno del campo dell'innovazione". Egli sostiene infatti che i modelli proposti sino ad oggi considerano la creatività come uno strumento meramente interno alla realtà aziendale: in realtà, in un mondo in continuo cambiamento dal punto di vista scientifico-tecnologico, è possibile trascendere i confini aziendali e catturare un significativo ammontare di informazioni e di idee direttamente dal mercato stesso, composto da consumatori di beni e servizi. Chesbrough descrive la realtà del mondo moderno come "networked", ossia ricca di reti che permettono il rapido scambio di informazioni tra i soggetti: l'impresa deve interagire all'interno di questi network per raccogliere il maggior numero di dati possibili e lavorare a stretto contatto con le informazioni captate, considerando i soggetti all'interno del ciclo produttivo stesso.

Un ulteriore cambiamento sottolineato da Chesbrough nel suo lavoro è quello avvenuto recentemente all'interno dei laboratori di ricerca e di sviluppo delle imprese: mentre nei primi decenni del '900, come analizzato all'inizio di questo lavoro, il ruolo dei laboratori di R&D era quello di difendere le proprie scoperte e di ostacolare l'entrata sul mercato di nuovi concorrenti, negli ultimi anni le imprese hanno iniziato a focalizzare la loro attenzione su investimenti a lungo termine e senza necessariamente prevedere il modo in cui monetizzare le loro ricerche. Inoltre, si è assistito ad un cambio radicale nella conformazione del mercato stesso: sovente nuovi concorrenti riescono a guadagnare spazi significativi all'interno del mercato di riferimento senza dover sostenere investimenti significativi in ricerca e sviluppo, ma semplicemente utilizzando innovazioni e scoperte di terzi (Chesbrough, 2006).

L'autore afferma come il paradigma della "closed innovation" sia ormai diventato obsoleto: durante il corso del ventesimo secolo, le imprese che sostenevano per prime investimenti in ricerca e sviluppo in uno specifico campo o settore riuscivano spesso ad ottenere profitto, che a sua volta poteva essere reinserito e reinvestito nel ciclo di R&D.

Le nuove scoperte ed innovazioni venivano comunemente protette attraverso l'utilizzo di brevetti, impedendo ai competitors di sfruttare le spese di ricerca sostenute da altre imprese.

Chesbrough raffigura così lo schema di gestione delle attività di ricerca e di sviluppo utilizzato nei modelli di "closed innovation":

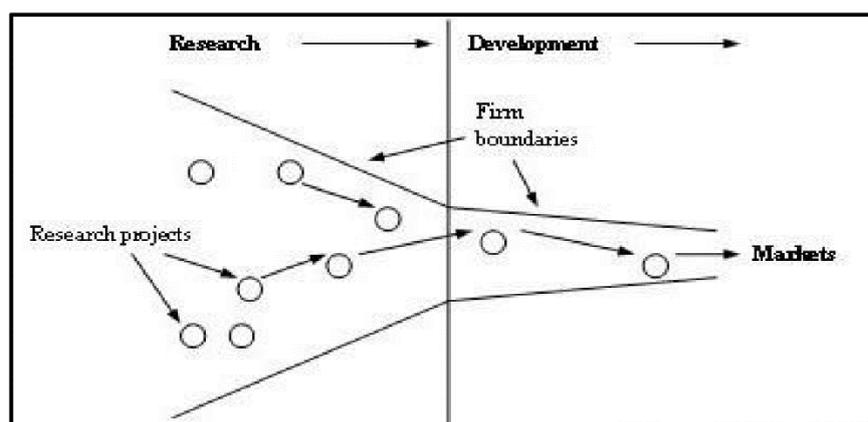


Figura 6. Source: Chesbrough, 2006

La prima caratteristica di questa rappresentazione è la raffigurazione dei confini aziendali con una linea retta continuata: l'intero processo, dalle prime ricerche fino all'introduzione di un nuovo prodotto o servizio sul mercato avviene infatti all'interno di questi confini, in maniera molto simile a ciò che viene espresso nel Chain Linked Model di Rosenberg e Kline.

Chesbrough evidenzia come questa tipologia di modello non prenda in considerazione fattori come gli spillover di conoscenza dall'interno verso l'esterno dell'impresa ed i repentini cambiamenti nello stato dell'arte della tecnologia, i quali accorciano significativamente il ciclo di vita di un'innovazione. In particolare, si fa riferimento a ingegneri e scienziati che, lavorando all'interno di un'impresa, decidono di sfruttare le conoscenze apprese nei laboratori di ricerca delle aziende per avviare una loro start-up in grado di sviluppare ulteriore innovazione (Chesbrough, 2006).

Questi fenomeni “rompono” il virtuoso schema della “closed innovation” e danno vita ad un modello differente qui rappresentato e definito dall’autore come “open innovation”:

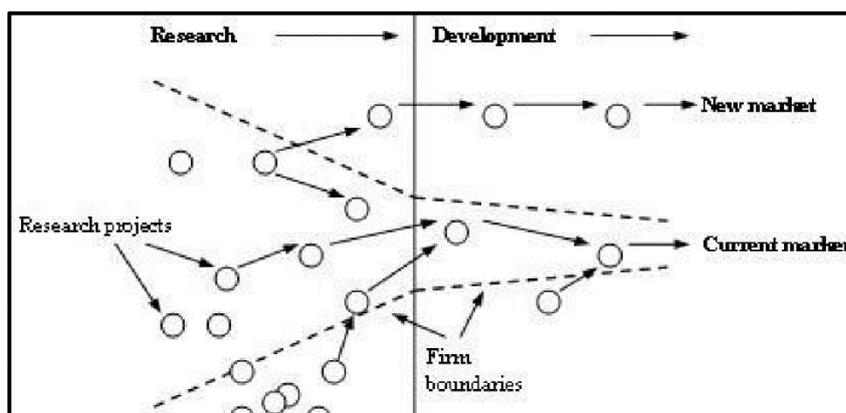


Figura 7. Source: Chesbrough; 2006

Con questo schema, si mette in evidenza come in realtà i confini dell’impresa (in questa raffigurazione rappresentati con una linea tratteggiata) siano aperti verso l’ambiente circostante e che, di conseguenza, i progetti di ricerca e le idee riguardanti i prodotti che saranno successivamente introdotti sul mercato, possano provenire sia da fonti interne che esterne all’impresa. Il modello apre quindi il processo di innovazione a fonti esterne, favorendo la creazione di innovazione in seguito alla combinazione di differenti tipologie di risorse. Grazie quindi ad una convergenza di risorse umane, fisiche ed intellettuali, il processo di innovazione sfrutta al massimo la creatività dei soggetti che, anche se non direttamente, interagiscono e scambiano informazioni con l’impresa che avrà il compito di introdurre il prodotto sul mercato.

Conclusioni

Dopo aver enfatizzato le caratteristiche del modello lineare dell'innovazione ed i maggiori avvenimenti storici che ne hanno decretato il successo, il lavoro di tesi si è focalizzato sull'analisi e l'approfondimento dei principali sviluppi dell'LM durante il ventesimo secolo, sull'utilizzo del modello da parte delle istituzioni nel tentativo di delineare metodologie appropriate per la misurazione degli investimenti in R&D e su alcuni dei più rilevanti modelli proposti come alternative all'LM.

Questa ricerca ha posto particolare attenzione a due principali modelli alternativi all'LM, il modello chain linked ed il modello a tripla elica, ed ha infine approfondito alcune delle recenti ricerche intorno alla tematica dell'innovazione. Lo studio ha permesso di comprendere le principali caratteristiche dell'evoluzione degli studi intorno ai modelli di innovazione e di analizzare ed apprendere le dinamiche che hanno caratterizzato il loro sviluppo, a partire dalle prime tesi di Bush del 1945 fino alla recente definizione di *open innovation* proposto da Chesbrough.

L'analisi circa l'innovazione permette di affermare come questa tematica risulti ancora oggi estremamente complessa e difficilmente delineabile attraverso l'utilizzo di semplici definizioni da vocabolario. Nonostante i modelli studiati lascino diverse domande irrisolte e faticino a spiegare gli innumerevoli dettagli che decretano il successo o il fallimento di un'innovazione, questi forniscono una solida base per la comprensione del fenomeno, cercando di semplificare la natura del processo innovativo.

Lo studio e l'approfondimento di queste tematiche consentono senza dubbio di cogliere, nonostante la complessità del fenomeno dell'innovazione e le difficoltà nell'identificare un modello universalmente valido, come le idee e la creatività possano concretizzarsi e produrre reali miglioramenti e benefici nella vita di ciascuno di noi.

Referenze

Balconi, M., Brusoni, S. e Orsenigo, L. (2009). *In Defence of the Linear Model: an Essay*. www.researchgate.net. Ultima visita: 5/05/2016.

Bernal, J. D. (1939). *The Social Function of Science*. *The Economic Journal*. 49, 319-321.

Bush, V. (1945). *Science: the endless frontier*. [www.nsf](http://www.nsf.gov). Ultima visita: 9/07/2016.

Chesbrough, H. W. (2006). *Open innovation: The new imperative for creating and profiting from technology*. Harvard Business Press.

Etzkowitz, H. e Leydesdorff, L. (2000). *The dynamics of innovation: from National Systems and "Mode 2" to a Triple Helix of university–industry–government relations*. Science Policy Institute, Social Science Division, State University of New York. (29), 109-124. Disponibile al: <http://www.uni-klu.ac.at/wiho/downloads/Etzk.pdf>. Ultima visita: 23/06/2016

Etzkowitz, H. e Goktepe, D. (2005). *The Co-evolution of the University Technology Transfer Office and the Linear Model of Innovation*. *Dynamics of Industry and Innovation: Organizations, Networks and Systems*. (Conference Report). 1 (1), 1-17.

Faridah D., Dominique F., Camal G., Faiz G., Yves J. (2015) *Revising the definition of research and development in the light of the specificities of services*. *Peace Economics, Peace Science and Public Policy*, Walter de Gruyter, 2003, 30 (6), pp.415-429. Disponibile a: <https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-01133147/document>

Fagerberg, J. (2004). *Innovation: a guide to the literature*. University of Oslo. Disponibile al: https://smartech.gatech.edu/bitstream/handle/1853/43180/JanFagerberg_1.pdf

Freeman, C. (1996). *The Greening of Technology and Models of Innovation. Technological Forecasting and Social Change*. 53, 27-39.

Godin, B. (2003). *Measuring science: is there Basic Research without statistics?* *Social Science Information*. 1 (42), 57-90.

Godin, B. (2006). *The Linear Model of Innovation: The Historical Construction of an Analytical Framework*. Science, Technology and Human Values. 3 (6), 639-667.

Godin, B. (2008). *In the shadow of Schumpeter: W. Rupert Maclaurin and the Study of Technological Innovation*. Project on the Intellectual History of Innovation. Working paper N°2, 3-22.

Kline, S.J. e Stephens, J. (1985). *Research, Invention, Innovation and Production: Models and Reality*. Stanford University

Kline, S.J. e Rosenberg, N. (1986). *An overview of innovation*. In: R. Landau & N. Rosenberg *The Positive Sum Strategy: Harnessing Technology for Economic Growth*. Washington, D.C.: National Academy Press. 275–305.

Leydesdorff, L. e Etzkowitz, H. (1998). *The Triple Helix as a Model for Innovation Studies*. Science & Public Policy (Conference Report). 25 (3), 195-203.

Mees, C.E.K. (1920). *The organization of industrial scientific research*. www.archive.org. Ultima visita: 15/07/2016.

Mirowski, P. (2011). *Science-mart*. Harvard University Press.

Nonaka, I. (1994). *A dynamic theory of organizational knowledge creation*. Organization science, 5(1), 14-37. Disponibile al: <http://pubsonline.informs.org/doi/abs/10.1287/orsc.5.1.14>

OECD (1970). *Frascati Manual: Proposed Standard Practice for Surveys on Research and Experimental Development*. OECD.org. Ultima visita: 15/07/2016.

Otle, D., Broadbent, J. e Berry, A. (1995). *Research in management control: an overview of its development*. British Journal of Management. 6 (1), 31-44.

Rosenberg, N. (1991). *Dentro la scatola nera: tecnologia ed economia*. Il mulino.

Rossi, M. (2008). *Il trasferimento tecnologico nel modello della Tripla Elica*. Istituto per la Ricerca Sociale la Valutazione delle Politiche Pubbliche. pag 3-19. Disponibile al: http://www.academia.edu/2256984/Il_trasferimento_tecnologico_nel_modello_della_Tripla_Elica

Schumpeter, J. (1912). *Teoria dello sviluppo economico (Introduzione di Paolo Sylos Labini)* pag. 67-105 Disponibile a: <http://static.gest.unipd.it/>. Ultima visita: 10/06/2016.

Stanford University. (2012). *The Triple Helix concept*. Disponibile a: http://triplehelix.stanford.edu/3helix_concept. Ultima visita: 23/07/2016.

Trotter, P. (2005). *Innovation Management and new product development*, III edizione, Pearson Education Limited.
