



**University
of Ferrara**



**Dipartimento
di Matematica
e Informatica**

Innovazione
definizioni, fonti e tipologie

- Che cos'è l'innovazione?
 - Che diverse tipologie di innovazione possiamo riconoscere?
 - Che effetti ha l'innovazione sul sistema economico?
 - Quali sono le fonti dell'innovazione?
 - Come avviene l'innovazione?
-
- Ma se devo osservare delle imprese, che so tipo Apple, Samsung, Amazon e Intel, o anche Barilla, Buitoni e Granarolo, come faccio a dire quale innova di più? Cosa guardo?

Definizioni di innovazione

- “Fenomeno distinto, estraneo a quello che può essere osservato nel flusso circolare e nella tendenza verso l’equilibrio. Esso è lo spontaneo ed improvviso mutamento dei canali del flusso, la perturbazione dell’equilibrio che altera e sposta lo stato di equilibrio precedentemente esistente” (Schumpeter, 1912)
- “In an essential sense, innovation concerns the search for, and the discovery, experimentation, development, and adoption of new products, new production processes and new organizational set-ups” (Dosi, 1988, p.222)
- “Innovation is conceived as a means of changing an organization, either as a response to changes in the external environment or as a pre-emptive action to influence the environment. Hence, innovation is here broadly defined to encompass a range of types, including new product or service, new process technology, new organization structure or administrative systems, or new plans or program pertaining to organization members” (Damanpour, 1996)

Joseph A. Schumpeter



Schumpeterian Economics (1883-1950)

- **Aim:** develop a theory of «evolutionary economics», different from the static neoclassical economics “[We shall designate by the term **Economic Evolution**] The changes in the economic process **brought about by innovation**, together with all their effects, and the response to them by the economic system” (Schumpeter, 1939, BC, Vol.I, p.86)
- “an **open-ended** process of **qualitative** change (driven by **innovation**)” (Fagerberg, 2003, JEE, p. 127)

Joseph A. Schumpeter

- Schumpeter Mark I (1912 transl. 1934: The Theory of Economic Development: An inquiry into profits, capital, credit, interest and the business cycle)
 - Innovazione avviene nelle piccole imprese – ruolo centrale dell'imprenditore
- Schumpeter Mark II (1942: Capitalism, Socialism and Democracy)
 - Innovazione in grandi imprese e oligopoli:
 - Più investimenti in R&D
 - Maggiore accesso al credito
 - Maggior differenziazione (più invenzioni)

Economia dell'innovazione

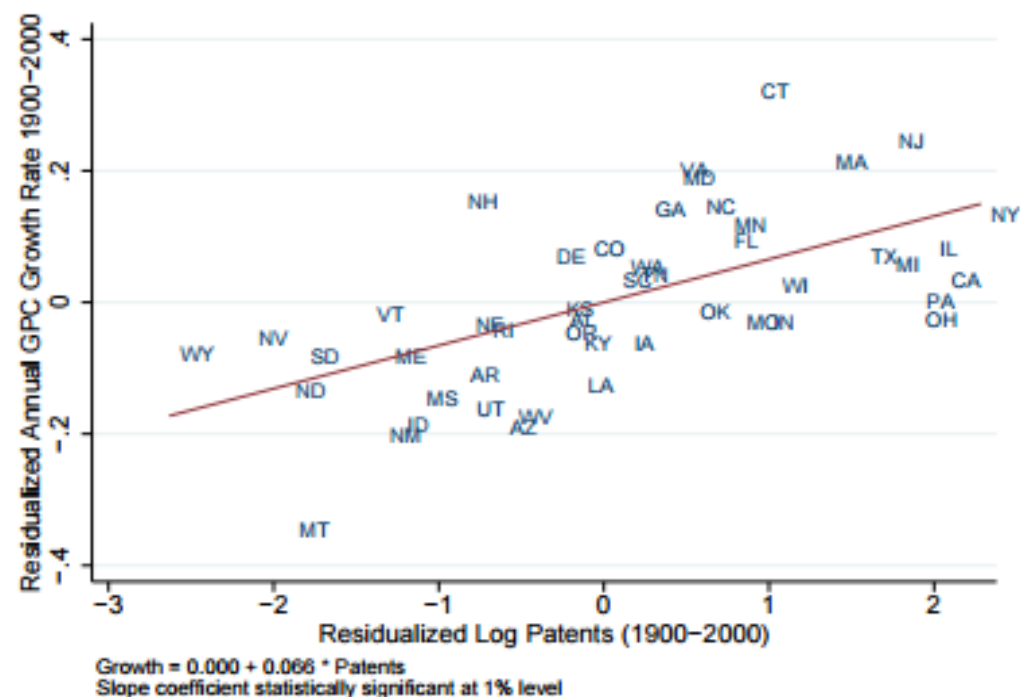
- “Intende esaminare natura, caratteristiche, determinanti e conseguenze dell'innovazione e della sua diffusione nel sistema economico; i soggetti e le istituzioni coinvolte nella dinamica innovativa, i processi di apprendimento, generazione di conoscenza, competizione, selezione ed interazione; gli aspetti cognitivi, comportamentali, organizzativi e istituzionali associati all'innovazione...” (Malerba 2001, Preface)

Concetti principali

- INNOVATION is different from INVENTION
- INNOVATION creates profit and a temporary monopolistic position
- INNOVATION is embedded in history
- INNOVATION as an uncertain process
- ENTREPRENEURSHIP is crucial but has bounded rationality
- TIME matters
- SECTORS matter
- SPACE and LOCATION matter
- INNOVATIONS are not randomly distributed in space and time
- ... and they do affect the economic cycle

Perché è importante?

Figure 6: INNOVATION AND LONG-RUN GROWTH: US STATES BETWEEN 1900-2000



Notes: Figure plots the total number of patents granted to inventors in each state between 1900 and 2000 on the horizontal axis, and the annualized growth rate in state GDP per capita between 1900 and 2000 on the vertical axis. Both horizontal and vertical axes plot the variables of interest residualized against 1900 log GDP per capita, to control for conditional convergence. Source: BEA Historical Regional Economic Accounts, and Klein (2013)

Innovazione e cambiamento tecnologico

Innovation \neq technological change

- Technological change is always an innovation

Whilst

- Innovation can also be *non technological*:
 - new organizational set-ups;
 - new products or production processes implemented with already existing technology

Invenzione e innovazione

- Invenzione: creazione di una nuova tecnica o tecnologia;
- Innovazione: incorporamento della tecnologia in un prodotto, processo, o servizio
- L'invenzione si riferisce alla fase che porta concepimento della nuova tecnologia;
- L'innovazione rappresenta l'applicazione dell'invenzione nel processo produttivo
- Un brevetto rappresenta un'invenzione o un'innovazione?

Tipi di innovazione (prodotto/processo)

- **Di Prodotto:** nuovo prodotto o miglioramento di un prodotto esistente. Include:
- **Di Processo:** nuovo metodo di produrre lo stesso prodotto. Include:
- La stessa innovazione può essere sia di prodotto che di processo
- I brevetti proteggono maggiormente innovazioni (invenzioni alla base di) di prodotto o di processo?

Tipi di innovazione (incrementale/radicale)

- **Incrementale:**

- Miglioramento in un particolare prodotto o processo che non altera le sue caratteristiche fondamentali;
- Miglioramento marginale ma molto frequente (alla base della crescita italiana trainata dai distretti industriali)

- **Radicale:**

- Innovazione che altera le caratteristiche fondamentali del prodotto o processo
- Innovazione di rottura con il passato, che genera un nuovo paradigma tecnologico

- La diffusione dell'innovazione nel sistema economico ha molto più bisogno di innovazioni incrementali che radicali

Tipi di innovazione (modulare/architetturale)

- Modular: changes in the core design, leaving architectural knowledge unaltered
- Architectural: change in the way the components of a product are linked together, while leaving the components untouched
- Note: Limited to product innovations

Innovazione e competenze

- Innovazioni competence enhancing: evoluzione di una base di competenza esistente
- Innovazioni competence destroying: se scaturisce da competenze non presenti, e se rende inadeguate le competenze dell'impresa

Curve tecnologiche

- La curva ad S è molto utilizzata in ambito economico
 - Ciclo di vita del prodotto, della tecnologia, dell'industria
- Nella fase iniziale vi è alta variabilità dell'innovazione, più innovazioni radicali
 - Porta a definizione dello standard
- Nella fase più alta della curva le innovazioni diventano soprattutto incrementali e si va verso una fase di maturità della tecnologia

Innovazione: processo sistemico

- L'innovazione è un processo sistemico
- Nessuna impresa innova in isolamento, ma lo fa in collaborazione e interdipendenza con altre organizzazioni
- Tali organizzazioni possono essere sia imprese (fornitori, clienti, partner, ecc) sia organizzazioni diverse dalle imprese (università, enti pubblici, organizzazioni no profit, ecc)
- Tutte queste organizzazioni fanno parte e giocano un ruolo nel sistema economico (quindi nel sistema innovativo)

Sistema dell'Innovazione

- NIS: National Innovation System
- Secondo Lundvall (1992) le due principali dimensioni del NIS sono:
 - “The structure of production”
 - “The institutional set up”
 - ... that “jointly define a system of innovation”
- These organizations are “embedded in a much wider socio-economic system in which political and cultural influences as well as economic policies help to determine the scale, direction and relative success of all innovative activities”
- Sistemi nazionali, regionali, settoriali

Caso: l'industria del dyestuff (colore, tinta)

- Londra 1856: Perkin realizza il primo brevetto synthetic dye (aniline purple dye)
- 1857: Perkin commercializza il prodotto
- Per 7 anni, imprenditori inglesi dominano il mercato della dyestuff
- Nel 1870 la Germania possedeva già il 50% del mercato mondiale di dyestuff
- Tale vantaggio competitivo è stato poi aumentato e mantenuto fino almeno al 1914 (periodo di analisi del caso studio analizzato in Murmann 2003)

Caso: l'industria del dyestuff (colore, tinta)

- “possessing cheaper raw materials or a larger home market cannot account for why German firms left British and US firms in the dust, because both latter countries had more raw materials and a larger home market” (Murmann 2003)
- “German firms in the synthetic dye industry were much more succesful in molding their institutional environment than were their British and American counterparts” (Murmann 2003)

Caso: l'industria del dyestuff (colore, tinta)

- Accesso a conoscenza di chimica organica:
 - Connessioni con l'università (con i ricercatori universitari): competizione delle imprese per collegarsi ai migliori scienziati nel campo
 - Professori si muovono da università a imprese e poi di nuovo a università
 - Migliori studenti migrano dai laboratori universitari a quelli delle imprese
- Nascita dei grandi laboratori di R&D nelle imprese
- Attività di lobbying delle grandi imprese verso il governo tedesco: “shape domestic patent laws and university policies”

Cluster tecnologici

- Rete di imprese, connesse tra loro, e di istituzioni associate, concentrate territorialmente, operanti in determinati campi, dove competono e al tempo stesso cooperano, collegate da elementi di condivisione e complementarità
 - L'ambito territoriale può essere sia molto concentrata, sia comprendere interi territori nazionali o sovranazionali
 - Prossimità geografica favorisce la circolazione della conoscenza (specie il suo contenuto tacito)
- Definizione simile a quella di distretto industriale, ma focalizzato in settori ad alto contenuto tecnologico e di innovatività

Economie di agglomerazione

- Concentrazione di attività economica può generare dei circoli virtuosi di concentrazione imprenditoriale
 - Primo a trattare questi temi fu Marshall, primo ad identificare la presenza e forza dei distretti industriali
- Agglomerazione oggi è vista e studiata in maniera più ampia rispetto alla concezione distrettuale
 - Cluster ad esempio, ma anche solo localizzazione
- Un'impresa deciderà di localizzarsi in un luogo anche in funzione di chi quali altre attività produttive si trovano in quel luogo
 - Facilità reperire capitale umano specializzato
 - Finanziamenti
 - Partner, concorrenti, fornitori, distributori

Spillover tecnologici

- Si manifestano quando i benefici delle attività di ricerca di un'impresa (o altra organizzazione) si riversano su altre imprese
 - Esternalità positive di conoscenza
- Gli studi empirici mostrano la presenza di spillover di conoscenza, specialmente a livello di prossimità geografica
 - Perché?
 - Conoscenza tacita vs codificata
 - Mobilità individui tendenzialmente in luoghi vicini

Basic and Applied research

- Basic research: abstract, 'blue sky' or curiosity-driven and it is relatively more exploratory than problem-solving
 - Fundamental questions with no practical application in the short term
- Applied research: aimed at practical problem-solving and therefore closer to knowledge exploitation by industrial development activities.
 - Only conducted to solve direct application bottlenecks
- The more research is towards the basic end, the more is unrelated to short-term practical objectives.
- Conversely, the more research is close to the applied spectrum, the more its content will be of short-term applicability.

Science and Technology

- “Science, in a broad sense, is the search for knowledge, and that search is based on observed facts and truths. Thus, science begins with known starting conditions and searches for unknown end results.”
- Rosenberg conceptualisation: “Technology is a set of principles and techniques which are embodied in commodities”. Technology regards the relationship between inputs and outputs. “Technological progress occurs when outputs are expanded vis-à-vis inputs.”
- La tecnologia riguarda soprattutto l’individuazione di una tecnica, mentre la scienza si riferisce soprattutto ai principi (teorici) alla base di un fenomeno
 - Ampie discussioni su differenze e similarità tra i concetti: diverse prospettive filosofico-teoriche portano a considerazioni differenti sui loro significati e sulle loro similarità versus diversità

Basic research and practical problems

Nelson and Romer (1996): "In the midst of the debate about how government support for science should be structured after World War II, Vannevar Bush prepared his famous report, "Science--The Endless Frontier." Although the specific institutional recommendations from the report were not adopted, it set the terms for the subsequent intellectual debate about science policy. In an analysis of Bush's report, Donald E. Stokes (1995) notes that Bush advocated government support for the kind of abstract science done by scientists such as Niels Bohr, the physicist who played a pivotal role in the development of quantum mechanics. Bush argued that public support for that kind of science would lead to advances in the work done by someone like Thomas Edison, who takes existing knowledge and puts it to commercial use." [...]

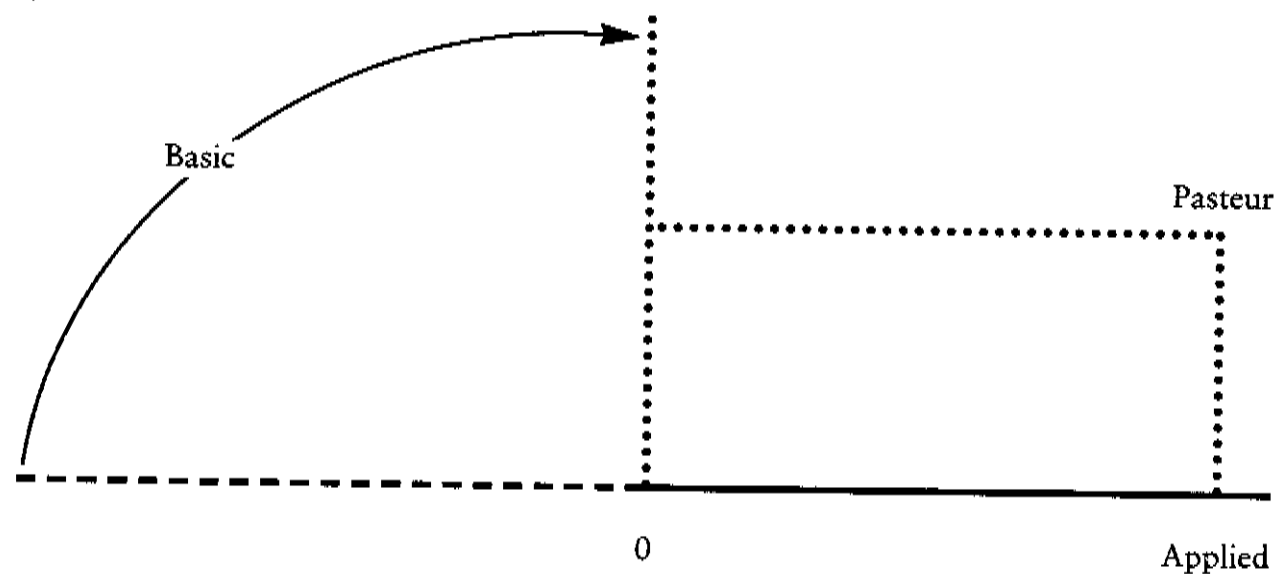
"One important limitation of the linear model-the one we will focus upon here-is that it is blind to basic research undertaken with practical problems in mind-work in which the Bohrs are directly motivated to lay the scientific basis for the work of the Edisons. In the map laid out by Stokes, such work is epitomized by the research of Louis Pasteur, a scientist whose research was primarily guided by practical problems, which led him to explore fundamental scientific questions. Basic economic analysis suggests that different institutional arrangements be used to support the work of a Bohr and an Edison, but the example of Pasteur indicates that one wants to have strong linkages between the two. Both of these kinds of work are more productive when they rub up against each other."

The new basic/applied terminology

- “In scientific communication references to “problems” are increasingly substituted by references to “challenges” indicates a broader cultural trend of how attitudes towards what is problematic have shifted in the last decades” (Kaldeway, 2018)
- “the grand challenges discourse [...] introduces a specific new set of societal values and practices into the spheres of science and technology” (Kaldeway, 2018)
- “In the co-decision procedure for FP7, the Commission—increasingly pressured by scientific interest groups, especially from the life science community and from like-minded science policymakers to establish an ERC—substituted “basic research” for the new term “frontier research”” (Flink and Kaleway, 2018)

Stoke's quadrants

Figure 3-4. *Pasteur's Placement in a Two-Dimensional Conceptual Plane*



Stoke's quadrants

Figure 3-5. *Quadrant Model of Scientific Research*

Research is inspired by:

		Considerations of use?	
		No	Yes
Quest for fundamental understanding?	Yes	Pure basic research (Bohr)	Use-inspired basic research (Pasteur)
	No		Pure applied research (Edison)

The division of labour between basic and applied research

- Few and recent studies on the topic, developed from the perspective of industry, show that companies are moving away from basic research to focus on more applied and developmental phases of R&D (Arora et al., 2018)

The decline of science in corporate R&D

Ashish Arora¹ | Sharon Belenzon¹ | Andrea Patacconi²

¹Fuqua School of Business, Duke University,
Durham, North Carolina

²Norwich Business School, University of East
Anglia, Norwich, U.K.

Correspondence

Andrea Patacconi, Norwich Business School,
University of East Anglia, Norwich Research
Park, Norwich NR4 7TJ, U.K.

E-mail: a.patacconi@uea.ac.uk

Research summary: In this article, we document a shift away from science by large corporations between 1980 and 2006. We find that publications by company scientists have declined over time in a range of industries. We also find that the value attributable to scientific research has dropped, whereas the value attributable to technical knowledge (as measured by patents) has remained stable. These trends are unlikely to be driven principally by changes in publication practices. Furthermore, science continues to be useful as an input into innovation. Our evidence points to a reduction of the private benefits of internal research. Large firms still value the golden eggs of science (as reflected in patents), but seem to be increasingly unwilling to invest in the golden goose itself (the internal scientific capabilities).

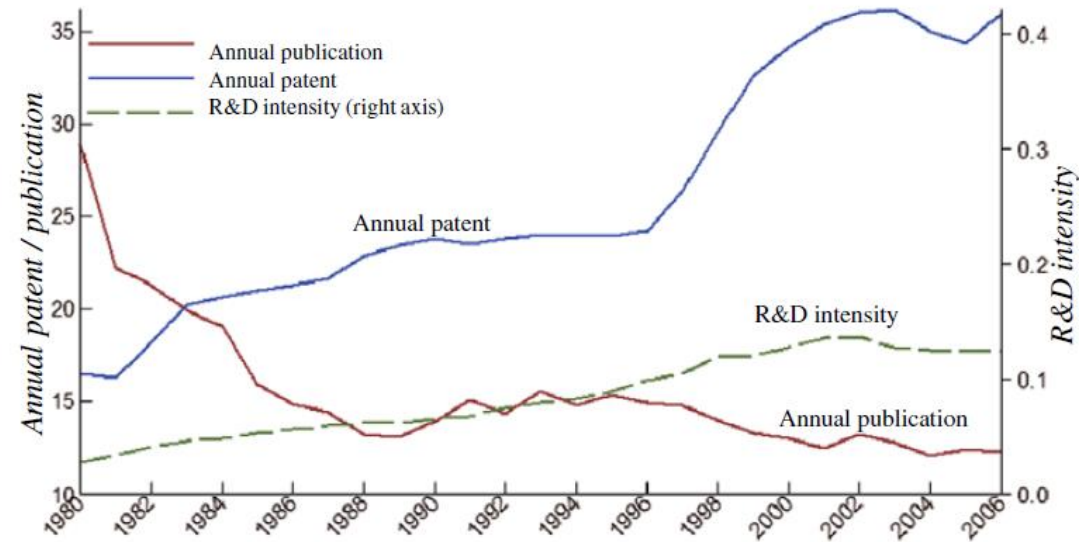


FIGURE 1 Publishing, patenting, and research: U.S. firms, 1980–2006. *Note:* This figure presents average firm-year publications and patents over time for Compustat firms with at least 1 year of positive R&D expenditures and at least one patent. R&D intensity is R&D expenditures over sales. Annual publication is conditional on at least one publication

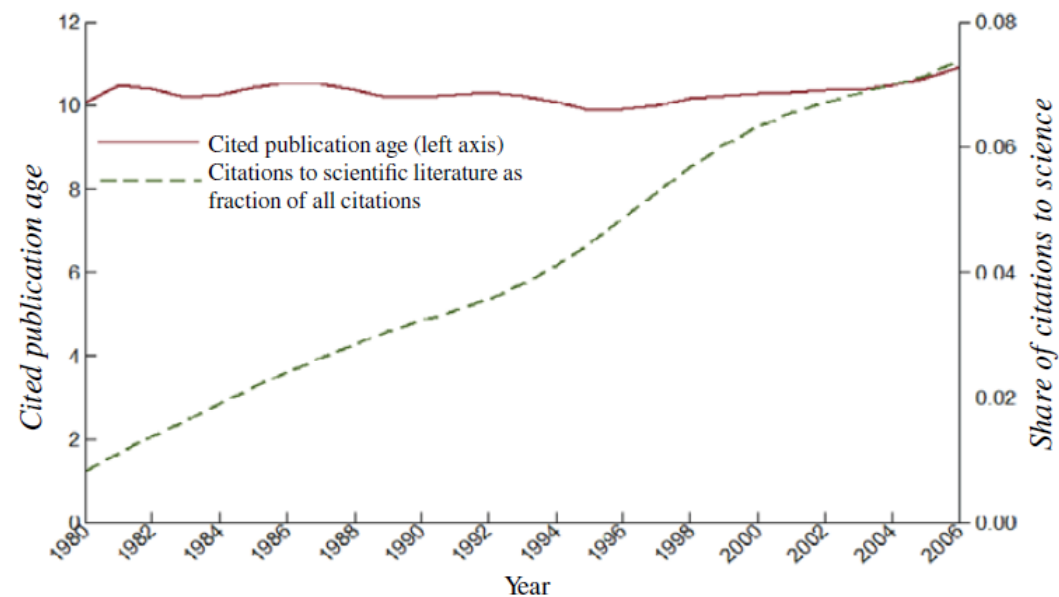


FIGURE 3 Use of science in innovation: average age of science cited in patents and average cites per patent, 1980–2006. *Note:* This figure presents average publication age of cited articles by patents (NPL) and share of citations to science per firm-year for our sample firms. Cited publication age is the difference between patent grant year and year of publication of the cited article. Scientific citation share is the ratio between patent citations to leading scientific journals and the total number of references the patent makes

Science policy

- Bayh-Dole Act: 1980 in US
 - Transfer the ownership of invention from the government to the University
 - Monetisation of university inventions
 - Contribution to economic development
- Many countries followed similar path
 - In the Nineties in UK
 - From early 2000 in continental Europe
- Different legislation with same rationales but different approaches
 - E.g. professor privilege

Nature Editorial on Covid-19 related cooperation between uni and industry

- “there remains a perception among some in industry that universities produce the science and leave industry to commercialize it”
- “Universities do negotiate hard to maximize the returns on their science, effectively creating competition between universities and companies — something that did not exist in previous decades”

La nuova struttura semantica della politica della ricerca

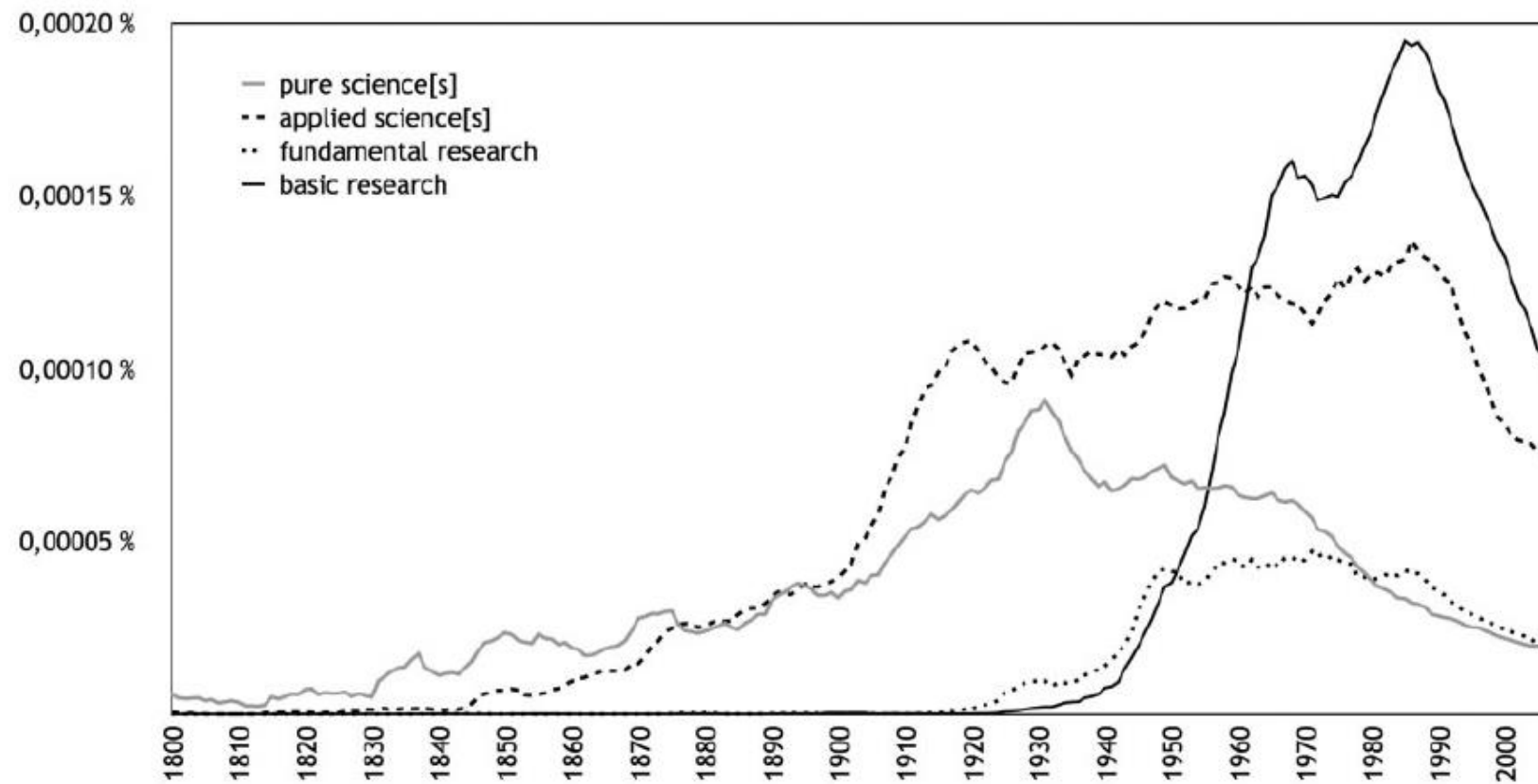


Figure 1. Relative frequencies, extracted from *Google Books Ngram Viewer*, 1800–2008, English corpus, case-insensitive, smoothing = 3.

Source: Kaldewey and Schauz, 2017

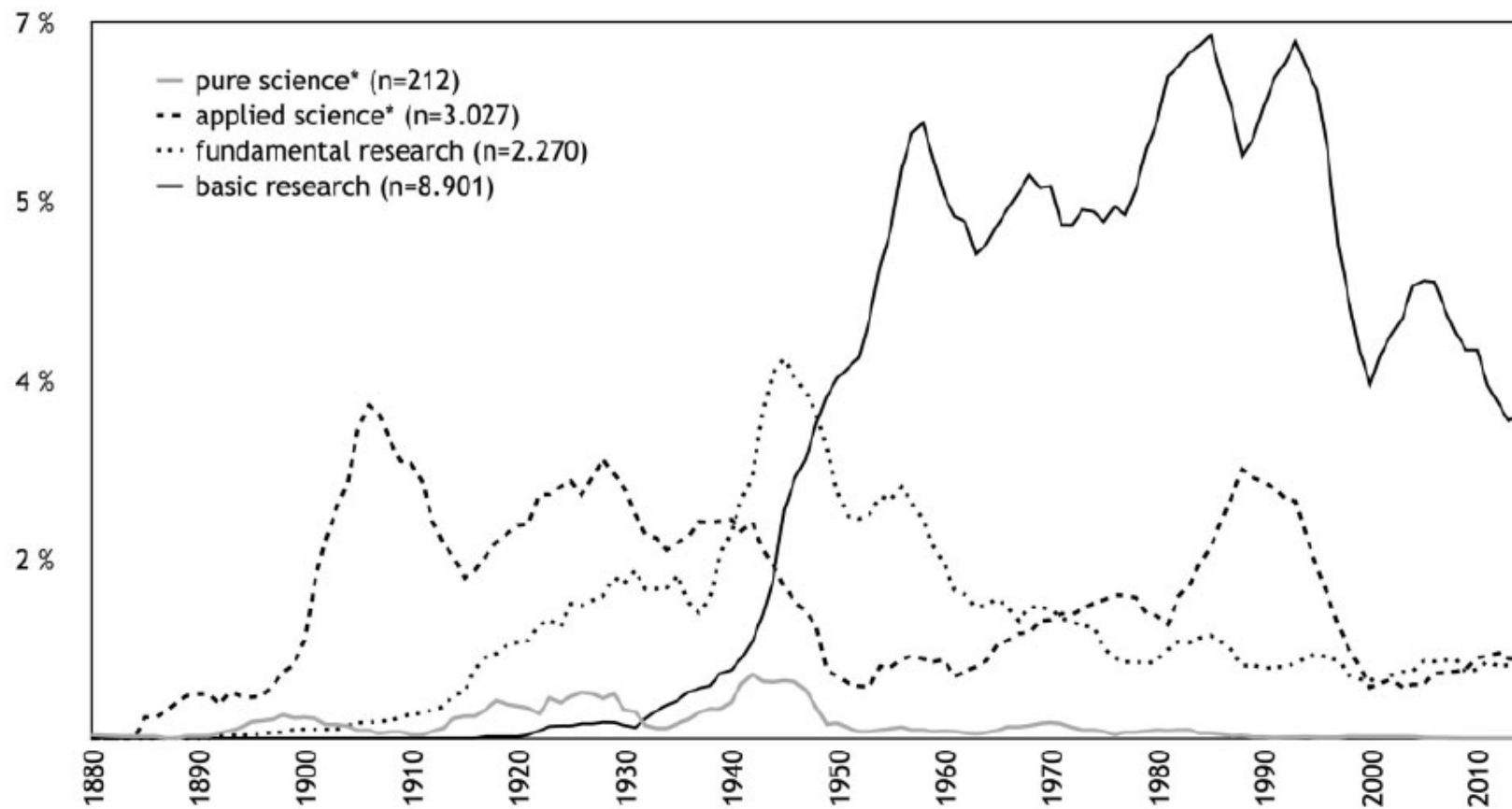


Figure 2. Relative numbers of publications in the *Science Journal* archive that contain the respective terms, 1880–2015, $n = 242,774$, smoothing = 3, data retrieval 25 October 2016.

Source: Kaldewey and Schauz, 2017

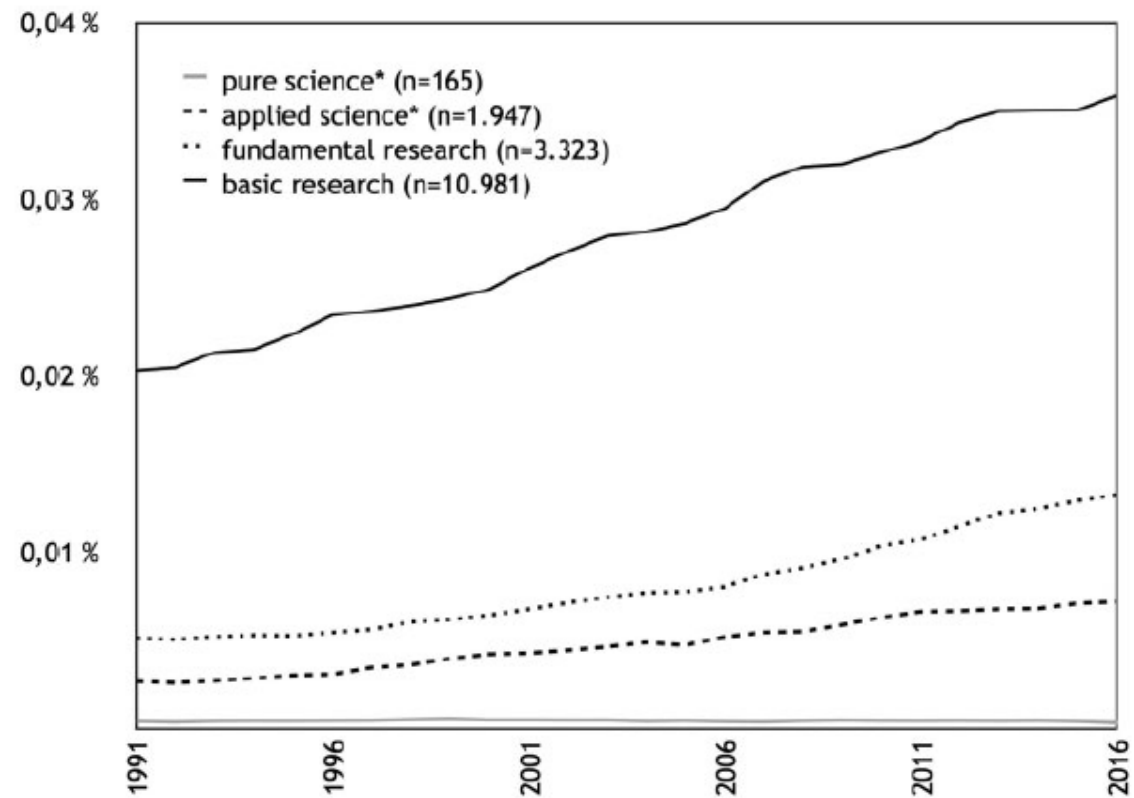


Figure 3. Relative numbers of publications in the *Web of Science* core collection that contain the respective terms in title, abstract, or keywords, 1991–2016, $n = 37,430,739$, smoothing = 3, data retrieval 22 March 2017.

Source: Kaldewey and Schauz, 2017