

AGENO, MARIO

(Livorno, 1915 - Roma, 1992)

Scientia, vol. I, n. 1 (giugno 2023)
DOI: 10.53134/2974-9433-202301-161
ISSN: 2974-9433

Daniele Cozzoli

Universitat Pompeu Fabra
daniele.cozzoli@upf.edu

Parole chiave: biofisica; fisica nucleare; politica scientifica

Keywords: biophysics; nuclear physics; science policy

L'originale prospettiva epistemologica sui rapporti concettuali tra scienze biologiche e scienze fisiche fa di Mario Ageno una figura estremamente interessante nel panorama della ricerca scientifica del dopoguerra. Ageno partecipò anche attivamente alla definizione della politica scientifica italiana in anni in cui si delinearono alcune delle scelte cruciali per il futuro sviluppo scientifico, tecnologico e industriale del paese.

Nato a Livorno nel 1915, Ageno iniziò gli studi di fisica a Genova. Nel 1934 si trasferì a Roma per proseguire gli studi sotto la guida del più importante fisico italiano dell'epoca, Enrico Fermi [Amaldi, 1989; Capocci - Corbellini, 2003]. Il gruppo di Fermi lavorava sulla fisica nucleare e sui raggi cosmici [Segrè, 1972; Cordella *et al.*, 2001]. Nel 1936 Ageno si laureò con Fermi come relatore con una tesi sui neutroni lenti, l'argomento per il quale Fermi due anni dopo riceverà il Nobel [Segrè, 1972; Amaldi, 1989; Maltese, 2003; Turchetti, 2006]. Come ricorderà Edoardo Amaldi molti anni dopo, gli eventi del 1938, l'occupazione tedesca dei Sudeti, l'*Anschluss* e la promulgazione delle leggi razziali, furono cruciali per la dissoluzione del gruppo di Fermi che, in realtà, già a partire dal 1935 si stava sfaldando [Amaldi, 1979a, *Gli Anni della Ricostruzione*, scatola 89, cartella 3]. Allo scoppio della Seconda Guerra Mondiale Ageno fu richiamato in servizio come sottotenente di artiglieria. Nel dicembre del 1941 si ammalò gravemente e fu trasferito in Italia [Amaldi, 1989]. Otto anni dopo vinse simultaneamente un concorso per la cattedra di fisica teorica dell'Università di Cagliari e un concorso come assistente nei laboratori di fisica dell'Istituto Superiore di Sanità, allora diretti da Giulio Cesare Trabacchi. In maniera abbastanza sorprendente, Ageno accettò il posto di assistente e non la assai più prestigiosa cattedra a Cagliari. La cosa

risulta tanto più sorprendente se si pensa che era abbastanza normale all'epoca vincere una cattedra in una università meno prestigiosa o, comunque, periferica rispetto ai centri principali della ricerca scientifica e, dopo alcuni anni, ottenere un trasferimento in una università più centrale. Ageno giustificò la scelta di non lasciare Roma invocando la sua fragile salute. Edoardo Amaldi ricordava che fino agli anni Sessanta Ageno doveva usare un bastone per muoversi nel suo laboratorio [Amaldi, 1989; Amaldi, 1979a, *Gli anni della ricostruzione*, scatola 89, cartella 3]. Bisogna, tuttavia, osservare che, nel frattempo, gli interessi di ricerca di Ageno erano profondamente mutati. Anni dopo, egli stesso spiegherà la scelta di restare all'ISS anche ricordando che il centro dei suoi interessi era passato dalla fisica alla biofisica [Archivio Ageno, *Elenco delle pubblicazioni*, scatola 1, cartella 1]. Al tempo stesso all'ISS Ageno avrebbe trovato risorse che un laboratorio universitario difficilmente poteva assicurare. In quegli anni, infatti, l'ISS, sotto la guida di Domenico Marotta, stava passando da un ente di controllo al più importante centro di ricerca biomedico del paese [Cozzoli - Capocci, 2011; Cozzoli, 2016].

Nel 1947 Ageno tradusse in italiano un libro divulgativo di Erwin Schrödinger, *Che cos'è la vita?* Come ricorderà più volte nel corso della sua vita, l'incontro con Schrödinger fu una rivelazione. Nel breve libro di Schrödinger Ageno trovò il programma di una intera vita di ricerca. Schrödinger stabiliva un parallelismo fra la presenza di un allele in un locus genico e un salto quantico. Riteneva che la meccanica quantistica fosse consistente con il fenomeno della vita, ma che bisognasse cercare nuovi principi fisici per spiegarla [Schrödinger, 1944]. In un articolo pubblicato alcuni anni dopo, in cui commentava l'apparente non applicabilità del secondo principio della termodinamica al mondo vivente, Ageno difese il punto di vista del fisico austriaco. Se il principio non fosse valido, un organismo vivente sarebbe in grado di riscaldarsi assorbendo calore da un ambiente più freddo, il che risulta contrario all'esperienza quotidiana. Il secondo principio della termodinamica afferma che un sistema fisico si evolve naturalmente verso uno stato meno ordinato, mentre gli organismi viventi più complessi sembrano essere più ordinati di quelli più semplici. Secondo Ageno il secondo principio della termodinamica non è in contrasto con lo sviluppo del regno dei viventi. La probabilità statistica di uno stato è una funzione dello stato del sistema. L'ordine di un sistema è strettamente legato alla probabilità dello stato. Più uno stato è ordinato, minori sono i modi in cui può verificarsi; quindi, la probabilità termodinamica relativa è più bassa. Considerato come un sistema fisico, un organismo vivente riceve energia sotto forma di radiazione solare e la trasforma aumentando il proprio livello di entropia prima di restituirla all'esterno, in questo modo

l'organismo vivente diminuisce la propria entropia. Per il fisico il secondo principio della termodinamica sembra essere incoerente con la vita, perché è difficile capire il limite di un organismo come sistema fisico: bisogna, infatti, studiarne tutte le interazioni possibili. Ageno osservò, inoltre, che gli atomi degli organismi viventi sono organizzati in sistemi troppo complessi per essere studiati, almeno allo stato delle conoscenze dell'epoca [Ageno, 1951].

Questo grande progetto di comprendere l'origine della vita rimase, tuttavia, allo stato di interesse teorico. Fra il 1949 e il 1959 Ageno continuò le ricerche intraprese precedentemente.

Clara Frontali ha sottolineato come la scelta di lavorare all'ISS fu anche una scelta di campo. In un'epoca in cui una parte dei fisici si impegnava in ricerche militari, Ageno volle, invece, impegnarsi per la salute pubblica [Frontali, 1993]. Ageno ebbe un ruolo importante nella definizione della politica scientifica italiana dell'epoca. Fra le mansioni dell'ISS vi erano, infatti, anche quelle di controllo dell'inquinamento e di consulenza degli organi dello stato e del governo su temi riguardanti la salute. Fu in questo ruolo che Ageno fece parte della delegazione dell'ISS che partecipò alla conferenza "Atoms for Peace" di Ginevra nel 1955. La conferenza di Ginevra rappresentò un punto di svolta per la ricerca dei laboratori di fisica dell'ISS. Dopo Ginevra la ricerca nucleare divenne uno dei temi principali della ricerca dei fisici dell'ISS. Nella relazione che Ageno fece all'Istituto dopo la conferenza manifestò la sua preoccupazione per la mancanza di esperti di reattori nucleari in Italia. Osservò, inoltre, che in Italia in pochi erano consapevoli che la ricerca scientifica non fosse più un'impresa individuale, ma che richiedesse un'organizzazione completamente nuova. Ingegneri, chimici e fisici dovevano lavorare insieme e necessitavano del coordinamento di un direttore scientifico la cui visione andava oltre le specialità scientifiche. Ageno osservava che l'ISS era stato un pioniere in questa direzione. In effetti, l'opinione di Ageno rifletteva l'organizzazione dell'ISS sotto la guida di Marotta [Archivio Ageno, *La conferenza di Ginevra sulle applicazioni di pace dell'energia atomica*, scatola 35, serie 1, cartella 6].

L'anno successivo il governo italiano discusse un disegno di legge sulla regolamentazione dell'energia nucleare e ad Ageno fu chiesto di scrivere una relazione in merito. Egli osservò che il disegno di legge italiano ricalcava il quadro dell'Atomic Energy Act statunitense del 1954, ma che la situazione dei due paesi era molto diversa. Gli Stati Uniti avevano ancora grandi riserve di combustibili fossili, per cui si erano concentrati su impianti sperimentali e innovativi e sulla riduzione dei costi di produzione. Inoltre, gli USA avevano prima costruito una solida infrastruttura pubblica, e solo successivamente le imprese private l'avevano sfruttata per competere nelle esportazioni con le imprese straniere. La situa-

zione in Italia – osservava Ageno – era radicalmente diversa. Il paese mancava di impianti, tecnici e organizzazione. Il disegno di legge del governo si affidava al settore privato, i cui interessi consistevano nel produrre reattori nucleari per l'esportazione, mentre l'obiettivo del paese avrebbe dovuto essere la conquista dell'indipendenza energetica. Ageno propose anche l'introduzione di una legislazione antitrust [Archivio Ageno, *Relazione sul disegno di legge sulla disciplina della ricerca e della coltivazione dei materiali fonti di combustibili nucleari e sulla produzione ed utilizzazione dei combustibili nucleari e dei sottoprodotti radioattivi. Studio base per l'ACIS, l'ASRF e il convegno radicale approvato dal Consiglio dei Ministri nella seduta del 20-9-56'*, scatola 35, serie 5, cartella 9; Sul programma *Atoms for Peace*, vedi Krige, 2006; Nuti, 2007].

Nel 1959 Ageno divenne direttore dei Laboratori di fisica dell'Istituto Superiore di Sanità e riorientò il centro delle ricerche dei laboratori dalla fisica nucleare verso i fondamenti fisici della biologia. Inizialmente si concentrò sul fago. Fra il 1957 e il 1962, Ageno lavorò sul fago alfa in collaborazione con il gruppo di ricerca in microbiologia dell'Università Sapienza di Roma diretto da Franco Graziosi. Nel periodo tra il 1962 e il 1969, insieme a C. Frontali e E. Dore, Ageno costituì un gruppo di ricerca sperimentale in biofisica molecolare con lo scopo di studiare gli acidi nucleici di fagi e batteri [Archivio Ageno, *I laboratori di fisica dell'Istituto Superiore di Sanità al 31 marzo 1962*, scatola 5, fasc. 13; vedi anche Cassata, 2013, p. 97]. A Graziosi chiese di tenere un corso di biologia per fisici all'ISS [Frontali, 1993].

Ageno era consapevole che per portare avanti i suoi progetti erano necessari ingenti finanziamenti e laboratori adeguatamente attrezzati. Quando nel 1964 Buzzati-Traverso diede le dimissioni da direttore dal Laboratorio Internazionale di Genetica e Biofisica (LIGB) di Napoli, Ageno propose a Polvani, allora presidente del CNR da cui il LIGB dipendeva, di trasformarlo in un istituto dedicato allo studio delle basi fisiche della biologia. In una lettera a Polvani, Ageno si mostrò alquanto critico rispetto all'intero progetto del LIGB, per il quale lamentava la scarsità di ricercatori italiani e l'eccessiva internazionalizzazione. Buzzati-Traverso lo vedeva, infatti, come un'istituzione internazionale in collaborazione con gli Stati Uniti, mentre Ageno, probabilmente seguendo la visione di Amaldi, lo considerava un'istituzione nazionale complementare alle iniziative internazionali e intereuropee. In tale istituzione i ricercatori italiani avrebbero potuto acquisire le conoscenze che avrebbero permesso loro di partecipare a progetti intereuropei e internazionali. Polvani non approvò il progetto di Ageno [Archivio CNR, Presidenza Polvani, *Lettera di M. Ageno a G. Polvani del 21 Giugno 1964*, scatola 22, cartella 148; vedi anche Cassata 2013, p. 306-308].

Nel frattempo, Ageno cercò anche di attirare l'attenzione della comunità internazionale sulla sua idea che la meccanica quantistica dovesse essere integrata con nuovi principi fisici per spiegare il mondo vivente. Nel 1965, Wigner e Landsberg pubblicarono un articolo su *Nature*, in cui affermarono che, poiché la meccanica quantistica non può spiegare la vita, la nozione di coscienza dovrebbe essere inclusa in essa. Ageno rispose che, al contrario, la meccanica quantistica non contraddice la possibilità della vita. Ageno sosteneva che una descrizione della struttura, della natura e della disposizione delle parti di un organismo, piuttosto che delle sue funzioni, potesse far luce sulla vita. Essendo gli organismi viventi fatti di atomi, è difficile sostenere che la meccanica quantistica non possa spiegarli. Ageno argomentò che, per ciascuna delle funzioni peculiari di un organismo (compresa la riproduzione), doveva essere possibile trovare nel mondo inorganico un modello equivalente descritto dalla meccanica quantistica. Per esempio, la crescita di un batterio in un nutrimento adatto è analoga a quella di un nucleo atomico in un ambiente con una densità di neutroni termici sempre diversa da zero. Wigner e Landsberg risposero che Ageno non teneva conto del fatto che, sebbene i processi autoriproduttivi non fossero limitati alla materia organica, lo stato vivente era uno stato molto poco comune della materia. Wigner propose ad Ageno di scrivere un articolo insieme. Ageno gli inviò un lungo documento con le sue riflessioni, ma il progetto non si concretizzò [Ageno, 1965; Wigner - Landsberg, 1965].

Tanto la vastità degli interessi di Ageno quanto la volontà di affrontare il problema dell'origine della vita avevano una risonanza anche sulla trasmissione delle conoscenze e la formazione dei giovani. Come ricorda Clara Frontali, che di Ageno fu allieva e collaboratrice, all'ISS Ageno invitava a tenere seminari studiosi su argomenti molto lontani fra loro come la fisica delle alte energie, la meteorologia, la biologia molecolare o l'oceanografia [Frontali, 1993].

Nel luglio del 1969 Ageno si dimise dall'ISS e nel novembre 1970 divenne professore di biofisica alla Sapienza di Roma [Archivio Ageno, *Elenco delle pubblicazioni*, scatola 1, cartella 1]. La decisione di Ageno fu la conseguenza degli avvenimenti del 1968 che avevano scosso l'intero sistema accademico italiano. Criticato da alcuni tecnici e ricercatori per i suoi modi bruschi e per la rigida disciplina che aveva imposto loro, Ageno era rimasto deluso perché la maggior parte dei lavoratori del suo laboratorio non lo aveva difeso [Archivio Ageno, *Bozza di una lettera al Ministro della Salute*, scatola 38, cartella 23].

Nel 1971, Ageno mise in piedi un nuovo laboratorio presso l'Istituto di Fisica dell'Università di Roma La Sapienza, dove, però, non disponeva delle stesse risorse dell'ISS. In mancanza di tecnici, dovette coinvolgere studenti in

biologia e fisica, che dopo la laurea lasciavano il laboratorio. Di conseguenza, le ricerche venivano spesso iniziate e interrotte prima che potessero produrre risultati importanti. Fino al 1978 le sue ricerche si incentrarono sulla struttura dell'acido nucleico dei nuovi batteriofagi isolati nelle acque inquinate. Queste ricerche non portarono, tuttavia, a conclusioni apprezzabili e non furono mai pubblicate. Secondo Ageno, il motivo era l'impossibilità di procurarsi le attrezzature necessarie.

L'esperimento del test di fluttuazione di Luria e Delbrück del 1943 aveva dimostrato che la resistenza dei batteri ai fagi era dovuta a mutazioni casuali e non a un'immunità ereditaria acquisita. Di conseguenza, lo studio dei batteri veniva integrato nel darwinismo in un'epoca nella quale stava prendendo forma la teoria sintetica dell'evoluzione [Morange, 2020]. Non sorprende, dunque, che anche Ageno si interessò alla teoria dell'evoluzione. A partire dal 1979, lavorò sull'organizzazione della cellula batterica sviluppando un crescente interesse per le basi filosofiche del darwinismo. I due progetti erano collegati, in quanto Ageno cercava di spiegare il significato evolutivo di certi comportamenti dei batteri in una coltura liquida. Il suo obiettivo era quello di costruire un modello funzionale del più semplice tipo di organismo come primo passo verso il suo grande progetto di spiegare la transizione dalla materia non vivente a un organismo vivente attraverso la meccanica quantistica [Archivio Ageno, *Elenco delle pubblicazioni*, scatola 1, cartella 1; Ageno, 1992a]. Nel 1986 Ageno pubblicò *Le radici della biologia*, in cui inquadrava le sue posizioni all'interno della teoria sintetica dell'evoluzione elaborando il concetto biologico di specie di Ernst Mayr. In quegli anni, Ageno instaurò un dialogo con il filosofo della scienza Vittorio Somenzi e i suoi allievi, che negli anni Ottanta e Novanta si concentrarono sul darwinismo e sulle sue implicazioni concettuali [Somenzi, 1989].

Fra la fine degli anni Ottanta e l'inizio degli anni Novanta, Ageno si concentrò sulla diffusione delle sue idee epistemologiche in una serie di libri in italiano. Probabilmente riteneva che le sue idee potessero essere apprezzate meglio da una giovane generazione di studenti che non avevano ancora iniziato la loro carriera scientifica. Nel 1992 pubblicò quello che considerava il contributo più importante che il suo gruppo di ricerca aveva dato alla biofisica, *La macchina batterica*, in cui proponeva un modello di crescita batterica basato sulla meccanica quantistica, partendo dallo studio dell'*Escherichia coli*. In *Le origini della irreversibilità*, pubblicato lo stesso anno, Ageno propose una soluzione alternativa al modello meccanico della termodinamica di Boltzmann. Nel suo modello Ageno considerava l'interazione degli atomi del gas con quelli del recipiente.

Mario Ageno è stato una figura complessa nel panorama della ricerca scientifica nel ventesimo secolo. Fu uno degli scienziati che cercò di risolvere l'enorme problema del mistero della vita. Molti furono i ricercatori ispirati dal libro di Schrödinger. Ageno fu, tuttavia, uno dei pochi che cercò di tradurre le idee di Schrödinger in un programma sperimentale. I suoi risultati – come per tutti coloro che hanno affrontato una questione di tale portata – non poterono soddisfarlo. La sua attività di ricerca si sviluppò parallelamente alla sua attività istituzionale. All'ISS ebbe modo di riflettere su quanto fossero cambiate le relazioni fra ricerca scientifica, tecnologia e potere politico. Le sue osservazioni sulla politica scientifica italiana sul nucleare restano, a tutt'oggi, estremamente interessanti.

Bibliografia

Opere principali di Mario Ageno

- 1951, *Su alcuni concetti termodinamici e sui limiti della loro applicabilità*. «Rendiconti dell'Istituto Superiore di Sanità», 14, p. 232-246.
- 1965, *Does Quantum mechanics exclude life?*, «Nature», 205, p. 1306-1307.
- 1984, *Importanza della concezione darwiniana nella biologia odierna*, «La Nuova Critica», 71,2, p. 7-30.
- 1986, *Le radici della biologia*, Milano, Feltrinelli.
- 1991, *Dal non vivente al vivente. Nuove ipotesi sull'origine della vita*, Roma, Theoria.
- 1992a, *La macchina batterica*, Roma, Lombardo Editore.
- 1992b, *Punti Cardinali*, Milano, Sperling & Kupfer.
- 1992c, *Le origini della irreversibilità*, Torino, Bollati Boringhieri.
- 1992d, *Non sono un ragazzo di via Panisperna*, «Sapere», 59,4, p. 7-24.

Fonti archivistiche

- Amaldi 1979a = Amaldi Edoardo, *Gli Anni della Ricostruzione*, in Archivio del Dipartimento di Fisica dell'Università di Roma la Sapienza, Archivio Eredi Amaldi, scatola 89, cartella 3.
- Archivio Ageno, in Archivio del Dipartimento di Fisica dell'Università di Roma La Sapienza.
- Archivio CNR Roma.

Studi

- Amaldi 1979a = Amaldi Edoardo, *Gli Anni della Ricostruzione*, in Archivio del Dipartimento di Fisica dell'Università di Roma la Sapienza, Archivio Eredi Amaldi (d'ora in avanti AEA), scatola 89, cartella 3.
- Amaldi, 1979b = Amaldi Edoardo, *Gli anni della ricostruzione*, «Giornale di Fisica», 20 (1979), n. 3, p. 186-225.
- Amaldi, 1989 = Amaldi Edoardo, *Mario Ageno, ricercatore e trattatista*, in *Fisica e biofisica oggi. Atti del simposio in onore di Mario Ageno. Roma 1-2 ottobre 1985*, a cura di Edoardo Amaldi e Luciano Maiani, Bologna, Società Italiana di Fisica, 1989, p. 199-217.
- Amaldi, 1997 = Amaldi Edoardo, *Da via Panisperna all'America: I fisici italiani e la Seconda guerra mondiale*, Rome, Editori Riuniti, 1997.
- Amaldi - Maiani, 1989 = *Fisica e biofisica oggi. Atti del simposio in onore di Mario Ageno. Roma 1-2 Ottobre 1985*, a cura di Edoardo Amaldi e Luciano Maiani, Bologna, Società Italiana di Fisica, 1989.
- Battimelli, 1999 = Battimelli Giovanni, *Le origini del laboratorio di fisica*, «Rendiconti dell'Accademia Nazionale delle Scienze detta dei XL. Memorie di scienze fisiche e naturali», V series XXIII, part II, vol. I (1999), p. 149-160.
- Battimelli - Gambaro, 1997 = Battimelli Giovanni - Gambaro Ivana, *Da via Panisperna a Frascati: gli acceleratori mai realizzati*, «Quaderni di Storia della Fisica», 1 (1997), p. 319-333.
- Capocci - Corbellini, 2002 = Capocci Mauro - Corbellini Gilberto, *Adriano Buzzati-Traverso and the foundation of the International Laboratory of Genetics and Biophysics in Naples (1962-1969)*, «Studies in History and Philosophy of Biological & Biomedical Sciences», 33 (2002), p. 367-391.
- Capocci - Corbellini, 2003 = Capocci Mauro - Corbellini Gilberto, *Mauro Ageno e la biofisica come scienza di frontiera*, «Nuova Civiltà delle Macchine», 4 (2003), p. 96-105.
- Cassata, 2013 = Cassata Francesco, *Italia intelligente*, Roma, Donzelli, 2013.
- Corbellini, 1997 = Corbellini Gilberto, *Le grammatiche del vivente. Storia della biologia molecolare*, Roma-Bari, Laterza, 1997.
- Cordella *et al.*, 2001 = Cordella Francesco - de Gregorio Alberto - Sebastiani Francesco, *Enrico Fermi: gli anni Italiani*, Roma, Editori Riuniti, 2001.
- Cozzoli - Capocci, 2011 = Cozzoli Daniele - Capocci Mauro, *Making Biomedicine in Twentieth Century Italy: Domenico Marotta (1886-1974) and the Italian Higher Institute of Health*, «The British Journal for the History of Science», 44 (2011), n. 4, p. 549-574.
- Curli, 2000 = Curli Barbara, *Il progetto nucleare italiano (1952-1964). Conversa-*

- zioni con Felice Ippolito, Soveria Mannelli, Rubettino, 2000.
- de Chadarevian, 2002 = de Chadarevian Soraya, *Designs for Life. Molecular Biology after World War II*, Cambridge, Cambridge University Press, 2002.
- Fox Keller, 1990 = Fox Keller Evelyn, *Physics and the emergence of molecular biology: A history of cognitive and political synergy*, «Journal of the History of Biology», 23 (1990), n. 3, p. 389-409.
- Frontali, 1993 = Frontali Clara, *Ritratto di un maestro*, «Sapere», 1993, p. 19-20.
- Gerlini = Gerlini Matteo, *WP2 Italy Short Country Report, Honest*, https://www.honest2020.eu/sites/default/files/deliverables_24/IT.pdf.
- Joaquin *et al.*, 2015 = Joaquin Leyla - Freire Olival - El-Hani, Charbel N., *Quantum Explorers: Bohr, Jordan, and Delbrück Venturing into Biology*, «Physics in Perspective», 17 (2015), p. 236-250.
- Kay, 1992 = Kay Lily E., *Quanta of Life: Atomic Physics and the Reincarnation of Phage*, «History and Philosophy of the Life Sciences», 14 (1992), p. 3-21.
- Kay, 1993 = Kay Lily E., *The Molecular Vision of Life. Caltech, the Rockefeller Foundation, and the Rise of the New Biology*, Oxford, Oxford University Press, 1993.
- Krige, 2006 = Krige John, *Atoms for Peace, Scientific Internationalism and Scientific Intelligence*, «Osiris», 21 (2006), n. 1, Global Power Knowledge: Science and Technology in International Affairs, p. 161-181.
- Luria, 1984 = Luria Salvador E., *Storie di geni e di me*, Torino, Bollati Boringhieri, 1984.
- Maltese, 2003 = Maltese Giulio, *Enrico Fermi in America. Una biografia scientifica*, Bologna, Zanichelli, 2003.
- Morange, 1983 = Morange Michel, *Schrödinger et la biologie moléculaire*, «Fundamenta Scientiae», 4 (1983), p. 219-234.
- Morange, 2020 = Morange Michel, *The Black Box of Biology*, Cambridge Ma, Harvard University Press, 2020.
- Nuti, 2007 = Nuti Leopoldo, *La sfida nucleare. La politica estera italiana e le armi atomiche 1945-1991*, Bologna, Il Mulino, 2007.
- Schrödinger, 1995 = Schrödinger Erwin, *Che cos'è la vita?* Trad. Italiana di Mario Ageno of *What is Life?*, 1944, Milano, Adelphi, 1995.
- Somenzi, 1989 = Somenzi Vittorio, *Contributi di Ageno alla filosofia della scienza*, in *Fisica e biofisica oggi. Atti del simposio in onore di Mario Ageno. Roma 1-2 Ottobre 1985*, a cura di Edoardo Amaldi e Luciano Maiani, Bologna, Società Italiana di Fisica, 1989, p. 83-95.
- Turchetti, 2006 = Turchetti Simone, *For Slow Neutrons, Slow Pay*, «CISIS», 97 (2006), n. 1, p. 1-27.

- Wigner, 1961 = Wigner Eugene P., *Remarks on the mind-body question*, in *The Scientist Speculates*, general editor Irving Jhon Good, Portsmouth, NH, Heinemann, 1961, p. 284-302.
- Wigner, 1969 = Wigner Eugene P., *Physics and the Explanation of Life*, in *Philosophical Foundations of Science (Proc. of an AAAS 1969 Program)*, Raimond J. Seeger, Robert S. Cohen editors, Boston Studies in the Philosophy of Science XI. D. Reidel, Dordrecht 1974, p.119-132, rept. in *The Collected Works of Paul Eugene Wigner*, part B, vol. VI, Berlin, Springer, p. 564-577.
- Wigner - Landsberg, 1965 = Wigner Eugene P. - Landsberg Peter T., *Reply to M. Ageno 'Does Quantum mechanics exclude life?'*, «Nature», 205 (1965), p. 1307.
- Yoxen, 1979 = Yoxen Edward, *Where does 'Schrödinger's What is Life?' Belong in The History of Molecular Biology?*, «History of Science», 17 (1979), p. 17-52.