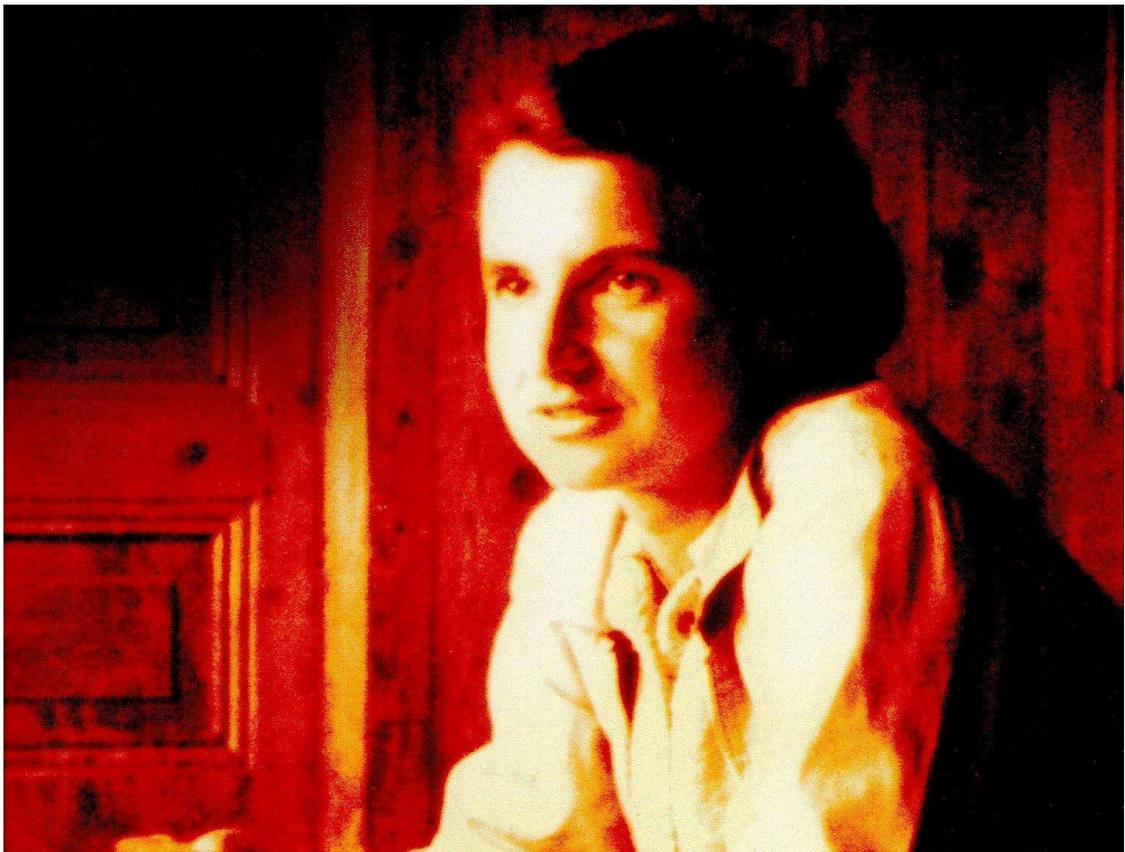


ROSSANO MORICI

La storia della scoperta e della struttura del DNA:
Il contributo fondamentale di Rosalind Franklin



l'Eco
dai luoghi delle Marche

Luglio 2024

Nella prima pagina:

Figura 1. Particolare della copertina del libro di Brenda Maddox «Rosalind Franklin, la signora oscura del DNA»

Rosalind Franklin era una dottoressa inglese in chimica e cristallografa a raggi X, il cui lavoro è stato fondamentale per la comprensione della struttura molecolare del DNA (acido desossiribonucleico) e dell'RNA (acido ribonucleico).

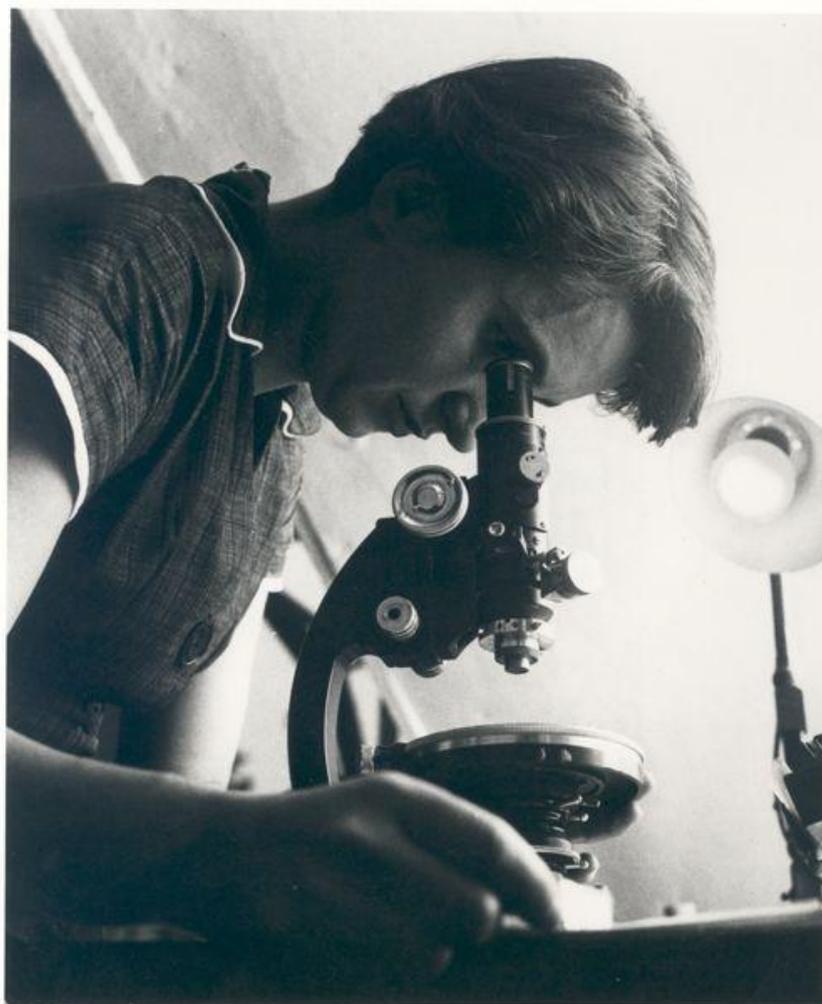


Figura 2. Rosalind Franklin con il microscopio nel 1955
(per la foto si rimanda ai tre link riportati in nota)ⁱ.

Chi ha frequentato il corso di laurea in Scienze Biologiche nella seconda metà degli anni '60 si è imbattuto inevitabilmente in James Watson, scienziato della neonata *Biologia molecolare*. Il suo libro «Molecular Biology of the Gene», 1965, W.A Benjamin, Inc; edito in lingua italiana da Zanichelli nel 1967 con il titolo «Biologia molecolare del gene»ⁱⁱ ebbe un grande successo. Con i primi risparmi comprai nel settembre 1967 questo libro che è presente tuttora nella mia biblioteca di casa. Inizio questo mio racconto parlando di

James Watson, perché il noto scienziato statunitense era per noi un mito; era colui che aveva scoperto la struttura del DNA insieme al fisico britannico Francis Crick. L'anno scorso e precisamente il 25 aprile 2023 è stato ricordato il settantesimo anno da quando i due scienziati presentarono un articolo su *Nature* in cui annunciavano la loro scoperta della struttura del DNAⁱⁱⁱ:

Così ci avevano riferito i nostri professori e così era riportato nei libri di biologia, nelle riviste scientifiche, nei giornali e settimanali dell'epoca e degli anni successivi.

Per questo motivo nove anni dopo nel 1962, James Watson, Francis Crick e Maurice Wilkins, furono insigniti del premio Nobel per la medicina e la fisiologia. E come nelle belle favole, tutti vissero felici e contenti. Ma questa volta la favola ha un finale imprevedibile. Non sono stati loro tre a scoprire la struttura della doppia elica del DNA, bensì la scienziata londinese Rosalind Franklin. Dico la verità, quando l'ho saputo - con notevole ritardo - sono rimasto sconcertato. Ecco perché in tempi recenti sono usciti articoli che parlano di Rosalind Franklin rimasta nell'ombra per tanti anni, troppi.

Questi articoli si sono intensificati proprio nel 2023 a 70 anni dalla scoperta della struttura del DNA.

Come studioso di eventi storici e di biologia ho sentito desiderio e dovere di appurare come sono andate *veramente* le vicende che portarono alla scoperta tridimensionale della struttura a doppia elica del DNA.

Articoli che parlano di Rosalind Franklin

A cominciare dal web sono presenti numerosi articoli sulla spinosa e delicata questione. Come fulcro principale tutti gli articoli hanno la figura della Franklin quale scopritrice della struttura a doppia elica del DNA. Ho raccolto i titoli e le parti più significative in una stessa nota^{iv}.

Libri che raccontano le vicende familiari e professionali di Rosalind Franklin

Oltre agli articoli veramente tutti molto interessanti, ho cercato libri che trattassero singolarmente di Rosalind Franklin; essi costituiscono la bibliografia da cui ho tratto gran parte della mia ricerca^v. Ho creduto opportuno riportare le immagini della copertina e della IV di copertina - da me scansionate - dei due libri: Brenda Maddox «Rosalind Franklin, THE DARK LADY OF DNA» e Howard Markel «THE SECRET OF LIFE, Rosalind Franklin, James Watson, Francis Crick, and the Discovery of Dna's Double Helix» perché in essi ho trovato le risposte e le conferme ai tanti dubbi e problematiche che avevo sulla questione. Inoltre ho consultato ampiamente anche la traduzione italiana del libro di Brenda Maddox.

La grande avventura della scoperta del DNA

Prima di iniziare il racconto che vede protagonisti i 4 scienziati Franklin, Watson, Crick e Wilkins, ritengo doveroso ricordare il personaggio a cui si deve tutto quanto: Gregor Johann Mendel, padre postumo della *genetica*.

La figura di Gregor Mendel segna il punto di partenza, perché le sue ricerche sugli ibridi delle piante e la scoperta dei caratteri ereditari hanno dato il via alle successive ricerche (35 anni di ritardo) sui cromosomi e sui geni che costituiscono la sede primaria del DNA. Mendel aveva iniziato le sue ricerche di incrocio sulle piante di pisello nel 1856; dopo sette anni di intenso lavoro, nel 1865 inviò a ben 40 scienziati europei i risultati delle sue complesse ricerche. Ebbene nemmeno Charles Darwin diede importanza alle scoperte di Mendel (purtroppo *riscoperte* e rivalutate solo molti anni dopo) tant'è che l'opuscolo è stato trovato relegato in un angolino della sua biblioteca; se l'avesse letto ora si morderebbe le mani ...



Figura 3. Gregor Mendel padre della genetica

https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Gregor_Mendel?uselang=it#/media/File:Gregor_Mendel.png

Ricordiamo l'importante opera di Mendel sugli *esperimenti sull'ibridazione delle piante*^{vi}.

L'opera di Gregor Mendel, rimasta nel cassetto, è stata riscoperta 35 anni dopo dal noto botanico Hugo De Vries che riprese la ricerca dell'abate di Brno citandola ampiamente nei suoi scritti^{vii}. De Vries si dedicò a ricerche sperimentali inerenti la fisiologia e la genetica. Secondo la sua teoria *le mutazioni, variazioni spontanee e improvvisate* diverrebbero immediatamente e totalmente ereditarie. I suoi studi furono alla base della genetica moderna^{viii}.

Versuche über Pflanzen-Hybriden.

Von

Gregor Mendel.

(Vorgelegt in den Sitzungen vom 8. Februar und 8. März 1865.)

Einleitende Bemerkungen.

Künstliche Befruchtungen, welche an Zierpflanzen desshalb vorgenommen wurden, um neue Farben-Varianten zu erzielen, waren die Veranlassung zu den Versuchen, die her besprochen werden sollen. Die auffallende Regelmässigkeit, mit welcher dieselben Hybridformen immer wiederkehrten, so oft die Befruchtung zwischen gleichen Arten geschah, gab die Anregung zu weiteren Experimenten, deren Aufgabe es war, die Entwicklung der Hybriden in ihren Nachkommen zu verfolgen.

Dieser Aufgabe haben sorgfältige Beobachter, wie Kölreuter, Gärtner, Herbert, Lecocq, Wichura u. a. einen Theil ihres Lebens mit unermüdlicher Ausdauer geopfert. Namentlich hat Gärtner in seinem Werke „die Bastarderzeugung im Pflanzenreiche“ sehr schätzbare Beobachtungen niedergelegt, und in neuester Zeit wurden von Wichura gründliche Untersuchungen über die Bastarde der Weiden veröffentlicht. Wenn es noch nicht gelungen ist, ein allgemein giltiges Gesetz für die Bildung und Entwicklung der Hybriden aufzustellen, so kann das Niemanden Wunder nehmen, der den Umfang der Aufgabe kennt und die Schwierigkeiten zu würdigen weiss, mit denen Versuche dieser Art zu kämpfen haben. Eine endgiltige Entscheidung kann erst dann erfolgen, bis Detail-Versuche aus den verschiedensten Pflanzen-Familien vorliegen. Wer die Ar-

1*

Figura 4. Prima pagina dell'opera originale di Gregor Mendel «Versuche über Pflanzenhybriden» del 1865.

[https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Versuche_%C3%BCber_Pflanzen-Hybriden_\(Mendel_1865\)?uselang=it#/media/File:Mendel_paper.jpg/2](https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Versuche_%C3%BCber_Pflanzen-Hybriden_(Mendel_1865)?uselang=it#/media/File:Mendel_paper.jpg/2)

Nel 1909 Thomas Morgan, biologo statunitense, iniziò i suoi esperimenti su un piccolo insetto il moscerino della frutta denominato *Drosophila melanogaster*.

La particolarità della *Drosophila* è quella di avere solo 4 grandi cromosomi ben visibili quindi con i semplici microscopi ottici dell'epoca. Al fine di ottenere una mutazione (Morgan seguì la teoria delle mutazioni di Hugo De Vries) nei suoi esperimenti, utilizzò i raggi X; ma solo dopo numerosi tentativi riuscì ad osservare una vera mutazione: un moscerino con gli occhi bianchi, anziché con i

soliti occhi rossi^{ix}. Il moscerino *white eye* veniva associato al sesso. Ulteriori esperimenti appurarono che solo i maschi erano portatori della mutazione legata al sesso. Morgan e i suoi collaboratori trovarono nelle loro laboriose ricerche numerosi mutanti del moscerino che seguivano nel loro processo le *leggi dell'ereditarietà biologica* di Gregor Mendel. Pertanto il moscerino *white eye* studiato da Morgan e dal suo staff fu associato al sesso e ne venne accettata la localizzazione nel cromosoma X degli eterogameti di sesso maschile^x. Ulteriori ricerche condotte da Morgan e collaboratori portarono alla scoperta di altri mutanti legati al sesso; grazie alle relazioni genetiche tra due mutanti in un incrocio, si rese possibile formulare i principi dell'associazione e del crossing-over. Fu appurato che i geni erano localizzati sullo stesso cromosoma, venivano ereditati tutti insieme nelle successive generazioni ed avevano una disposizione lineare nel cromosoma.

Morgan dimostrò che le posizioni dei geni nel medesimo cromosoma sono responsabili della frequenza degli scambi; infatti i geni più vicini hanno una minore probabilità di scambi rispetto ai geni più lontani tra di loro. In tal modo furono realizzate le mappe cromosomiche con le quali vennero calcolate le posizioni dei geni all'interno di un cromosoma^{xi}. Le ricerche di Morgan e collaboratori sulla *Drosophila melanogaster* confermarono le leggi di Mendel. In particolare la legge della *Dominanza* per cui i moscerini con gli occhi rossi erano dominanti rispetto a quelli con gli occhi bianchi (recessivi); fu confermata anche la legge della *Segregazione*: infatti incrociando gli ibridi della seconda generazione, i moscerini erano suddivisi nel rapporto 3:1 (3 con gli occhi rossi ed uno con gli occhi bianchi)^{xii}. Inoltre gli esemplari con gli occhi bianchi erano tutti di sesso maschile.

Per tutte queste ricerche Thomas Morgan fu insignito con il Nobel per la Medicina nel 1933. Il biologo statunitense può essere considerato uno dei padri fondatori della genetica moderna.

La scoperta del DNA

Il DNA fu scoperto quasi un secolo prima della pubblicazione del lavoro di Watson e Crick (1953), grazie alla ricerca di un medico svizzero, Johann Friedrich Miescher, il quale, nel 1869 individuò una sostanza microscopica contenuta nel nucleo delle cellule presenti nel pus di bende chirurgiche da lui utilizzate. La scoperta di Miescher avvenne pertanto in un periodo fecondo per la scienza: Charles Darwin aveva pubblicato nel 1859 «L'origine della specie» e nel 1865 Gregor Mendel aveva scoperto, tramite i suoi esperimenti sugli ibridi delle piante, le leggi fondamentali sull'ereditarietà dei caratteri acquisiti e pubblicato i propri risultati. (ignorati per 35 anni), ponendo le basi per la futura genetica moderna^{xiii}. Viene spontaneo chiedersi come mai ancor oggi il nome di Friedrich Miescher non sia molto noto nonostante la sua grande scoperta. La comunità scientifica venne a sapere dell'esistenza del DNA per la prima volta nel 1871, grazie alla sua pubblicazione per la quale scelse forse un titolo: *Sulla composizione chimica delle cellule pus*, che non attirò con la dovuta attenzione gli altri scienziati.

Infatti il suo importantissimo lavoro fu quasi ignorato come purtroppo avvenne anche per scoperte di altri studiosi. Miescher dimostrò infatti che la nucleina - sostanza acida contenente una grande quantità di fosforo, con caratteristiche diverse dalle proteine conosciute all'epoca - era presente in tutti i tipi di cellule di tutti gli organismi da lui analizzati. Aveva di fatto scoperto il DNA^{xiv}.



Figura 5. Friedrich Miescher
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Friedrich_Miescher.jpg

Nel 1919 Phoebus Levene, medico e chimico era un fecondo ricercatore; pubblicò oltre 700 lavori sulla chimica delle molecole biologiche nel corso della sua carriera. Levene scoprì l'ordine dei tre componenti principali di un nucleotide (*fosfato-zucchero-base*); riconobbe altresì il ribosio come il carboidrato componente dell'RNA. Fu anche il primo a scoprire il carboidrato desossiribosio come componente del DNA ed infine fu primo a individuare correttamente il modo in cui le molecole di RNA e DNA sono legate insieme^{xv}. Nel 1928 Frederick Griffith, medico inglese stava studiando lo *Streptococcus pneumoniae* o pneumococco, uno degli agenti patogeni della polmonite, con lo scopo di realizzare un vaccino contro questa malattia che all'epoca - non essendoci gli *antibiotici* - mieteva molte vittime^{xvi}. Griffith lavorava su due ceppi di Pneumococco: il ceppo S (*smooth*, «liscio») ed il ceppo R (*rough*, «ruvido»). Il ceppo S era formato da cellule che producevano colonie a superficie liscia, che essendo ricoperte da una capsula di polisaccaridi, erano protette dagli attacchi del sistema immunitario dell'ospite^{xvii}. Se iniettate in topi di laboratorio, esse si riproducevano e provocavano la polmonite (il ceppo quindi era virulento). Il ceppo R era invece costituito da cellule che producevano colonie con superficie irregolare; queste cellule erano prive di una capsula protettiva e non erano virulente. Gli esperimenti di Griffith dimostrarono che una sostanza presente nel ceppo S virulento poteva trasformare i batteri non virulenti del ceppo R in una forma letale.

Oswald Theodore Avery, batteriologo americano di origine canadese, facendo riferimento agli studi di Frederick Griffith sugli pneumococchi, contribuì ad accertare che il DNA è la sostanza responsabile dell'ereditarietà, ponendo così le basi per la nuova scienza della genetica molecolare^{xviii}. Il suo lavoro ha contribuito anche alla comprensione della chimica dei processi immunologici. Nel 1944 dimostrò, in un celebre esperimento insieme a Colin MacLeod e Maclyn McCarty, che il DNA è il *principio trasformante* alla base di questo fenomeno.

Il ruolo del DNA nell'ereditarietà è stato provato, infine, nel 1953 da Alfred Hershey e Martha Chase attraverso un altro classico esperimento, che dimostrò che il materiale genetico del fago T2 è effettivamente il DNA: tra il 1950 e il 1952 i due genetisti statunitensi lavoravano alla teoria secondo cui i batteriofagi (fagi) iniettano nella cellula attaccata il loro materiale genetico, mentre il resto del corpo rimane all'esterno. Decisero quindi di marcare le proteine con zolfo radioattivo e il DNA con il fosfato radioattivo del fago T2, in grado di infettare il batterio *Escherichia coli*. Inserirono i virus in un semplice frullatore da cucina, assieme ai batteri da infettare lo misero in funzione^{xix}. L'esperimento non è altro che una semplice ma efficace procedura, perché non danneggia i batteri e non modifica la sequenza che porta i fagi ad attaccarli. In questa fase le parti del virus che penetrano all'interno delle cellule vengono separate dalle altre. Spento il frullatore, l'analisi dei batteri infetti mostra che al loro interno sono presenti gli acidi nucleici e non le proteine^{xx}. Non ci sono più dubbi, le informazioni genetiche sono contenute nel DNA e non nelle proteine. Il 20 settembre 1952, su *The Journal of General Physiology*, viene pubblicato lo studio con i risultati dell'esperimento. Chase pur essendo una semplice assistente firma il lavoro come coautrice della ricerca insieme ad Hershey. Da allora, il cosiddetto *esperimento del frullatore* è conosciuto in tutto il mondo anche come l'esperimento di Hershey-Chase.^{xxi} Nel 1969 ad Hershey fu assegnato il Nobel per la medicina, insieme a Max Delbrück e Salvador Luria, per le scoperte riguardanti la struttura genetica e i meccanismi di replicazione dei virus; per contro Martha Chase, pur figurando come coautrice della ricerca, non ricevette il premio Nobel né altri riconoscimenti. Purtroppo la scienziata si ammalò precocemente di una forma di demenza che compromette il funzionamento della memoria a breve termine e alla fine degli anni Sessanta perse definitivamente il suo posto di lavoro. Rientrò in Ohio, dove trascorse il resto dei suoi giorni sola e dimenticata da tutti; muore di polmonite l'8 agosto del 2003, all'età di 75 anni^{xxii}.

Come è fatto il DNA

Nel dopo guerra gli scienziati di tutto il mondo erano in fermento perché facevano a gara a chi scoprisse per primo la struttura del DNA. Tra questi, un giovane laureato statunitense, James Watson di 23 anni, un fisico britannico Francis Crick di 35 anni, ma soprattutto due studiosi inglesi Maurice Wilkins e Rosalind Franklin all'inizio sua collaboratrice. Purtroppo tra i due non ci fu quel feeling necessario per una proficua collaborazione, in quanto Wilkins, direttore del laboratorio di fisica, riteneva Rosalind come una sua assistente, niente di più. La non chiarezza da parte dei dirigenti dell'Università di Oxford portò a incomprensioni tra i due ricercatori, tra i quali però la Franklin era la più preparata ed esperta di cristallografia.

Ad avvalorare l'elevata professionalità di Rosalind vale l'articolo del dottor Aaron Klug, pubblicato su *Nature*

«Franklin lasciò il King's College di Londra a metà marzo 1953 per il Birkbeck College, Università di Londra, con una mossa che era stata pianificata da tempo e che descrisse (in una lettera ad Adrienne Weill a Parigi) come: *trasferimento da un palazzo a una casa popolare ... ma piacevole lo stesso*. Fu chiamata dal Preside del Dipartimento di Fisica, J. D. Bernal, un brillante cristallografo irlandese politicamente comunista, noto per la promozione delle donne cristallografe. Franklin lavorò come scienziato senior con un suo gruppo di ricerca finanziato dal Consiglio per la Ricerca Agraria (ARC). Nonostante il suggerimento di Bernal di abbandonare l'interesse per gli acidi nucleici, Franklin aiutò Gosling a finire la sua tesi, sebbene non fosse più il suo supervisore ufficiale. Come già ricordato essi pubblicarono un lavoro su *Nature* nel numero di luglio 1953.

Continuò inoltre a esplorare un altro importante acido nucleico, l'RNA, una molecola altrettanto centrale per la vita quanto il DNA. Al Birkbeck, Franklin usò la diffrattometria a raggi X per studiare la struttura del virus del mosaico del tabacco (TMV). Iniziò una lunga e fruttuosa collaborazione con Aaron Klug. Nel 1955 Franklin pubblicò i suoi primi importanti lavori sul TMV, in cui descriveva che le particelle del virus TMV avevano tutte la stessa lunghezza. Ciò era in contraddizione con le idee dell'eminente virologo Norman Pirie, anche se alla fine le osservazioni di Franklin si dimostrarono corrette^{xxiii}».

Il dottor Aaron Klug ricorda Rosalind in un suo articolo dal titolo «Rosalind Franklin and the Discovery of the Structure of DNA», pubblicato su *Nature*, Volume 219, pages 808–810, 14 September 1968 <https://www.nature.com/articles/219808a0>

In questo articolo il dottor Klug discute il contributo della dottoressa Franklin alla scoperta della struttura del DNA alla luce dei resoconti forniti dal professor Watson nel suo libro *The Double Helix* e dal dottor Hamilton in un recente articolo su *Nature*.

Aaron Klug in risposta al libro di Watson la *Doppia elica* (1968), scrisse che lo scienziato statunitense nel libro aveva raccontato la sua versione della storia. Quando nel 1982 Klug ricevette il premio Nobel per la chimica ricordò con commozione la sua collega scomparsa nel 1958. Aaron ricorda come la Franklin l'avesse spronato ad iniziare lo studio dei virus ed era stata un esempio da imitare per il suo modo di affrontare i problemi grandi e complessi. Se la sua vita non fosse stata così tragicamente breve, avrebbe potuto benissimo trovarsi su questo podio già in precedenti occasioni^{xxiv}.

Klug afferma altresì di aver studiato con attenzione gli appunti di laboratorio di Rosalind Franklin dove risulta come la ricercatrice avesse delineato le prove di una struttura a elica del DNA già all'epoca della sua relazione per Turner e Newall del febbraio 1952: nei mesi di febbraio e marzo 1953, a seguito di alcune ulteriori scoperte, arrivò molto più vicino a risolvere la struttura del DNA di quanto gli altri si rendessero conto (Brenda Maddox, p. 298).

Questo fatto conferma che la Franklin era stata la prima ad ipotizzare la struttura a doppia elica del DNA prima di Watson e Crick.

'ONE OF THE BOOKS OF THE YEAR' SUNDAY TIMES

BRENDA MADDOX

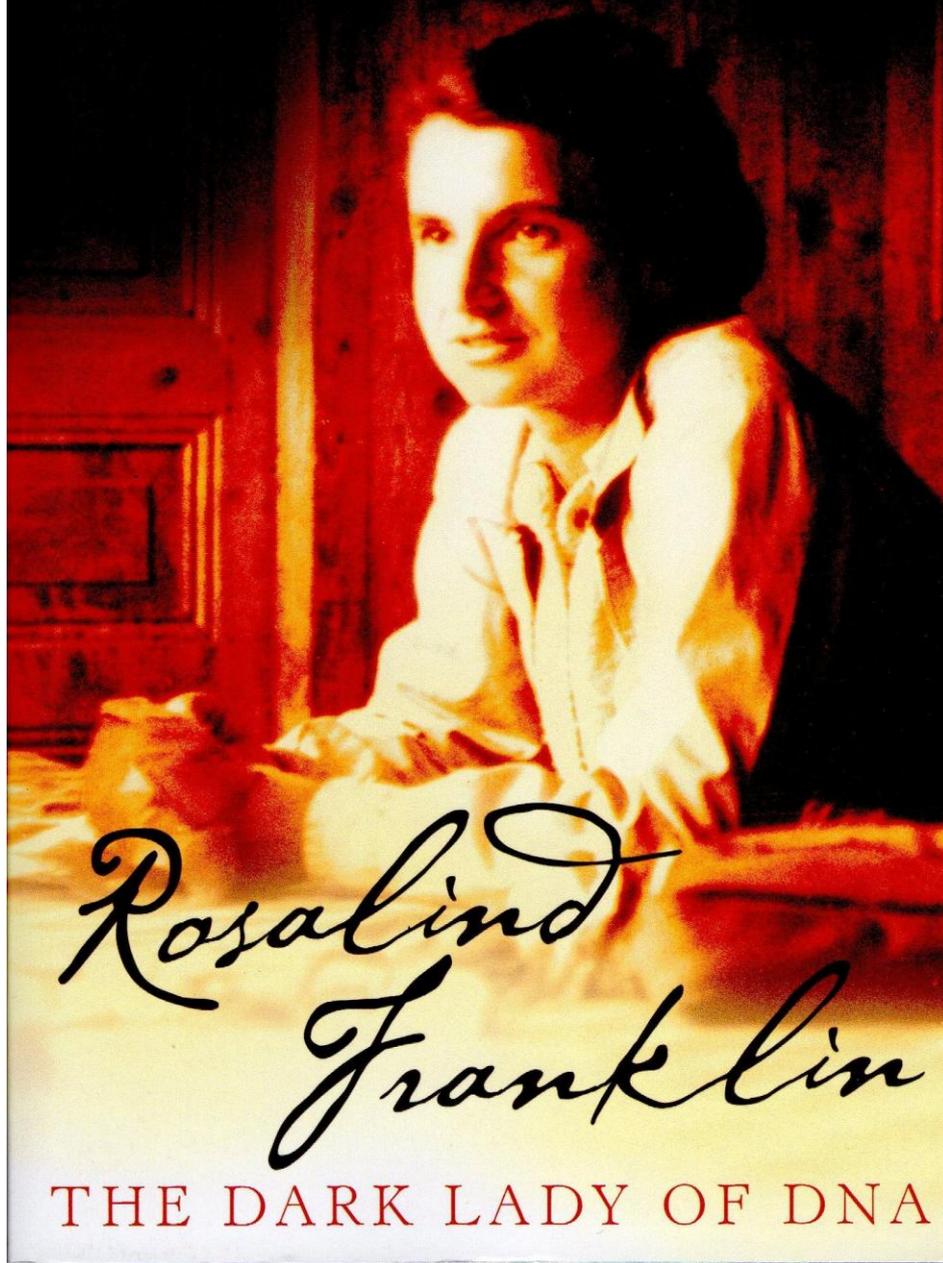


Figura 6. Copertina del libro di Brenda Maddox dal titolo
«Rosalind Franklin, la signora oscura del DNA»

'A most moving and important biography, as well as an impressive account of a major event in the history of science'

Lewis Wolpert, LITERARY REVIEW

Although Rosalind Franklin took the crucial photograph of DNA revealing its double-helix structure, her work was overlooked when, four years after her death, three men – Maurice Wilkins of King's College London, Francis Crick of the Cavendish Laboratory and James Watson of Cambridge – were awarded the Nobel Prize for the discovery of DNA.

In this compelling biography of Franklin, Brenda Maddox tells the story of a remarkably single-minded, forthright and tempestuous young woman, who at the age of fifteen decided she wanted to be a scientist but who was airbrushed out of the greatest scientific discovery of the twentieth century.

'Maddox is a dab hand at drawing a heroine out from behind the long shadows cast by men and her Franklin emerges as a determined, combative woman – a perfectionist who is plagued with self-doubt'

Vanessa Thorpe, OBSERVER

'This magnificent biography gives a gripping yet nuanced account that resists the stock story-line of Franklin as the wronged heroine. What really happened is far more intriguing'

Gail Vines, INDEPENDENT

'An exhilarating and vivid tale of scientific and personal politics at a time of rapid change in British science'

Jane Gregory, NEW SCIENTIST

'A joy to read'

Terence Kealey, SUNDAY TELEGRAPH

www.fireandwater.com
Visit the book lover's website

ISBN 978-0-00-655211-6



9 780006 552116

£12.99

Cover photograph by Vittorio
Luzzati reproduced courtesy
of the National Portrait
Gallery, London

Figura 7. IV di copertina del libro «Rosalind Franklin, la signora oscura del DNA»

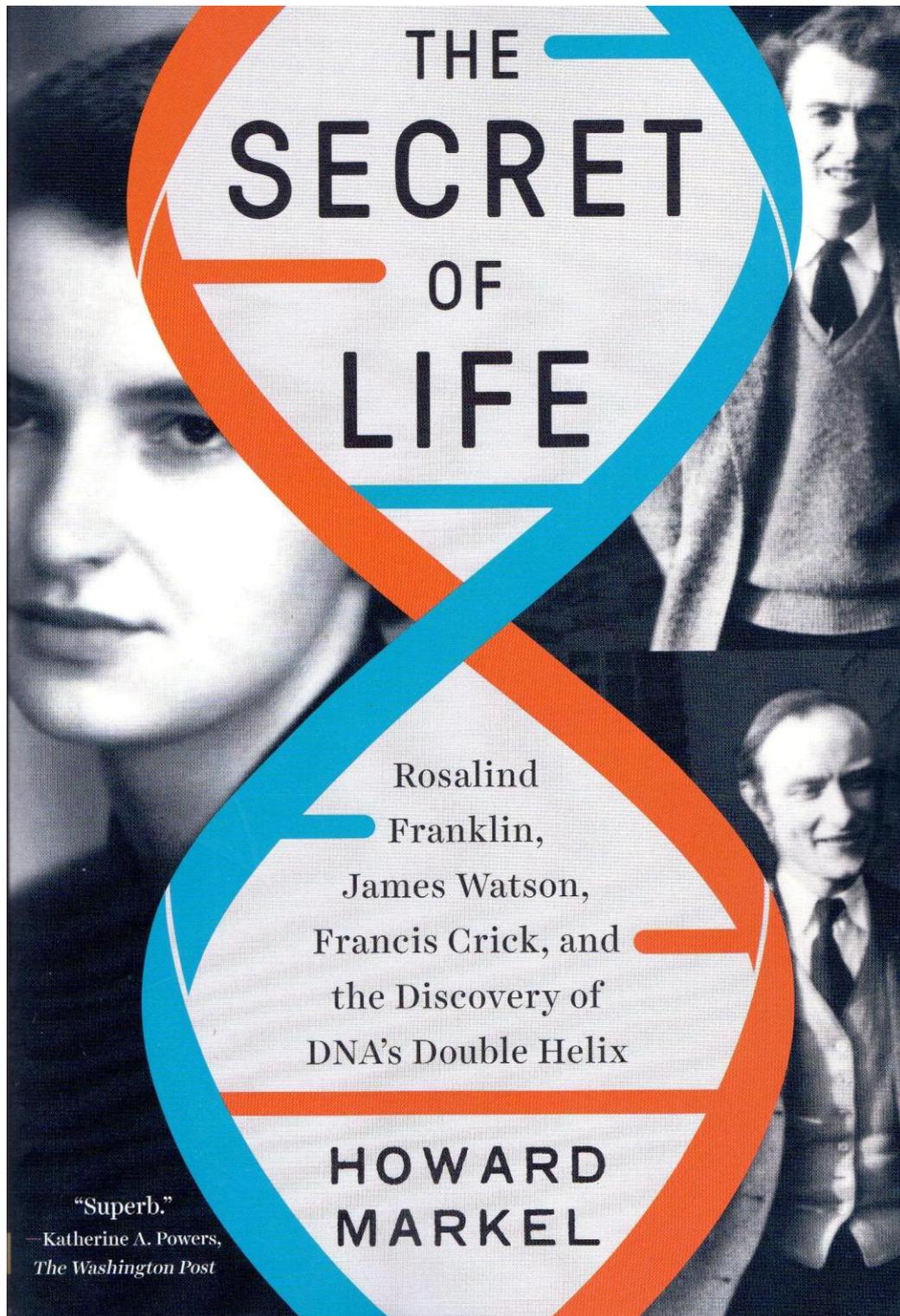


Figura 8. Copertina del libro «Il segreto della vita» di Howard Markel

AN NPR BEST BOOK OF THE YEAR

An authoritative and “engrossing” (Michael Schaub, NPR)
history of the race to unravel DNA’s structure, by one
of our most prominent medical historians.

James Watson and Francis Crick’s 1953 discovery of the double helix structure of DNA is the foundation of virtually every advance in our modern understanding of genetics and molecular biology. But in truth, five towering minds were in pursuit of this advancement: Watson, Crick, Rosalind Franklin, Maurice Wilkins, and Linus Pauling. Howard Markel skillfully re-creates the intense intellectual journey, and fraught personal relationships, that ultimately led to a spectacular breakthrough. Rosalind Franklin—fiercely determined, relentless, and an outsider at Cambridge and the University of London in the 1950s, as the lone Jewish woman among young male scientists—emerges as a focal point. *The Secret of Life* is a lively and sweeping narrative of this landmark discovery, one that finally gives the woman at the center of this drama her due.

“A cinematic account of toxic masculinity among 1950s DNA researchers. . . . [Rosalind Franklin] probably would have hated being the heroine of a movie, but we’re fortunate to have books such as this to put her back in the picture.”

—KATY GUEST, *The Guardian*

“Brilliant. . . . An indispensable work.”

—SIDDHARTHA MUKHERJEE, Pulitzer Prize-winning author of
The Emperor of All Maladies and *The Gene*



HOWARD MARKEL, MD, PHD, is the George E. Wantz Distinguished Professor of the History of Medicine at the University of Michigan, an award-winning author, and a frequent contributor to the *PBS NewsHour*, *The New York Times*, and *The New Yorker*.

Cover design: Yang Kim

Cover photograph: (Rosalind Franklin) Pictorial Press Ltd / Alamy Stock Photo; (James Watson and Francis Crick) James D. Watson Collection, Cold Spring Harbor Laboratory Archives

Author photograph: Leisa Thompson

100
NORTON
WWW.NORTON.COM | @WWW.NORTON

SCIENCE

ISBN 978-1-324-05039-1



9 781324 050391

\$20.00 USA \$27.00 CAN.

Figura 9.IV di Copertina del libro «Il segreto della vita» di Howard Markel

Rosalind Franklin

Rosalind Elsie Franklin nasce a Londra il 25 luglio 1920; dottoressa in chimica e cristallografa a raggi X ha dato un contributo fondamentale alla comprensione delle sottili strutture molecolari del DNA (acido desossiribonucleico) e dell'RNA (acido ribonucleico). Ha effettuato altresì studi sulla struttura del virus del mosaico del tabacco, sul carbone e sulla grafite. Il suo lavoro sul DNA e la scoperta della sua struttura ha aiutato i suoi colleghi a capire come le informazioni genetiche passano dai genitori alla prole.

Articoli di rilievo pubblicati da Rosalind Elsie Franklin e Raymond George Gosling

Influence of the Bonding Electrons on the Scattering of X-Rays by Carbon

ROSALIND E. FRANKLIN

Nature, volume 165, pages 71-72, 14 January 1950

Influenza degli elettroni di legame sulla diffusione dei raggi X da parte del carbonio

«Nel corso di un'indagine sulla diffusione dei raggi X in vari carboni (materiali non completamente graffitizzati, contenenti piani stratificati simili alla grafite, ma senza l'ordine cristallino tridimensionale e che mostrano, quindi, solo (00*l*) riflessioni cristalline e (*hk*) bande bidimensionali) si è osservato che l'intensità della banda (10) presentava sempre un'elevata anomalia. Si è scoperto che il fenomeno è del tutto generale per un'ampia varietà di carboni. Per la grafite microcristallina è stata osservata un'anomalia simile nell'intensità della linea (100). Inoltre, l'esame delle curve di intensità pubblicate da altri autori conferma la generalità del fenomeno».

<https://www.nature.com/articles/165071a0>

The structure of sodium thymonucleate fibres. I. The influence of water content

R. E. Franklin and R. G. Gosling, Acta Cryst. (1953). 6, 673.

Wheatstone Physics Laboratory, King's College, London W.C. 2, England

(Received 6 March 1953).

La struttura delle fibre di timonucleato di sodio. I. L'influenza del contenuto d'acqua

È stata effettuata un'indagine qualitativa dei tipi di diagrammi a raggi X forniti da campioni altamente orientati di timonucleato di sodio a diversi valori di umidità. Dalla natura dei cambiamenti strutturali che si verificano al variare dell'umidità, si sono tratte alcune conclusioni generali riguardanti sia il modo in cui le molecole di timonucleato di sodio si legano tra loro, sia il ruolo svolto dall'acqua nella struttura.

<https://journals.iucr.org/q/issues/1953/08-09/00/a00979/a00979.pdf>

Molecular Configuration in Sodium Thymonucleate

ROSALIND E. FRANKLIN, R. G. GOSLING

Nature, volume 171, pages 740–741, 25 April 1953

<https://www.nature.com/articles/171740a0>

Evidence for 2-Chain Helix in Crystalline Structure of Sodium Deoxyribonucleate

ROSALIND E. FRANKLIN & R. G. GOSLING

Nature, volume 172, pages 156–157, 25 July 1953

<https://www.nature.com/articles/172156a0>

Structure of tobacco mosaic virus

R. E. Franklin

Nature, volume 175, pages 379–381, 26 February 1955

Struttura del virus del mosaico del tabacco

«Il virus del mosaico del TABACCO è un virus a forma di bastoncino, di lunghezza (più frequente)

3000 A. 9, diametro 150 A. e peso molecolare 50 milioni. Contiene il 6% in peso di acido ribonucleico, la restante parte è costituita da proteine. Molti studi chimici e fisico-chimici indicano che la proteina del virus del mosaico del tabacco può essere costituita da subunità identiche o quasi identiche a basso peso molecolare. Una conclusione simile è stata raggiunta a seguito di studi di diffrazione ai raggi X».

https://scholar.google.com/scholar_lookup?title=&journal=Nature&doi=10.1038%2F175379a0&volume=175&publication_year=1955&author=Franklin%2CRE
<https://www.nature.com/articles/175379a0>

X-ray diffraction studies of cucumber virus 4 and three strains of tobacco mosaic virus

Rosalind E. Franklin X-

Biochimica et Biophysica Acta, Volume 19, 1956, Pages 203-211.

Studi di diffrazione dei raggi X del virus del cetriolo 4 e di tre ceppi del virus del mosaico del tabacco

«I diagrammi a raggi X del virus del cetriolo 4 e di 3 ceppi del virus del mosaico del tabacco sono molto simili nelle loro caratteristiche principali ma differiscono significativamente l'uno dall'altro nei dettagli. Si giunge alla conclusione che la disposizione elicoidale della proteina virale è essenzialmente la stessa in tutte e quattro le sostanze, ma che c'è una leggera variazione nel numero di subunità proteiche in un giro dell'elica, e anche una leggera variazione nella struttura superficiale delle particelle virali».

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0006300256904218>

The nature of the helical groove on the tobacco mosaic virus particle X-ray diffraction studies

Rosalind E. Franklin, A. Klug, Biochimica et Biophysica Acta, Volume 19, 1956, Pages 403-416.

La natura del solco elicoidale sugli studi di diffrazione dei raggi X delle particelle del virus del mosaico del tabacco

«È stato dimostrato che vari aspetti dei diagrammi delle fibre a raggi X del TMV possono essere spiegati dalla presenza di una qualche forma di solco elicoidale (con la sua risultante cresta elicoidale) sulla superficie della particella virale. Il solco segue la linea dell'elica proteica principale (passo 23 A) ed è profondo circa 30 A. La forma della scanalatura e della cresta è tale da consentire un elevato grado di incastro tra le particelle vicine, e si suggerisce che la cresta possa in effetti essere costituita da una serie di protuberanze, una corrispondente a ciascuna subunità proteica. , l'area superficiale della particella virale deve essere considerevolmente maggiore di quella di un cilindro liscio dello stesso diametro, e questo può essere importante per determinare le proprietà chimiche del virus intatto».

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0006300256904632>

Foto n. 51 che cambiò il modo scientifico

La foto 51 è il soprannome dato a un'immagine di diffrazione ai raggi X del DNA cristallizzato, scattata da Raymond Gosling nel maggio 1952, mentre lavorava come studente di dottorato sotto la supervisione di Rosalind Franklin, al King's College di Londra nel gruppo di Sir John Randall. Era una prova fondamentale per identificare la struttura del DNA.

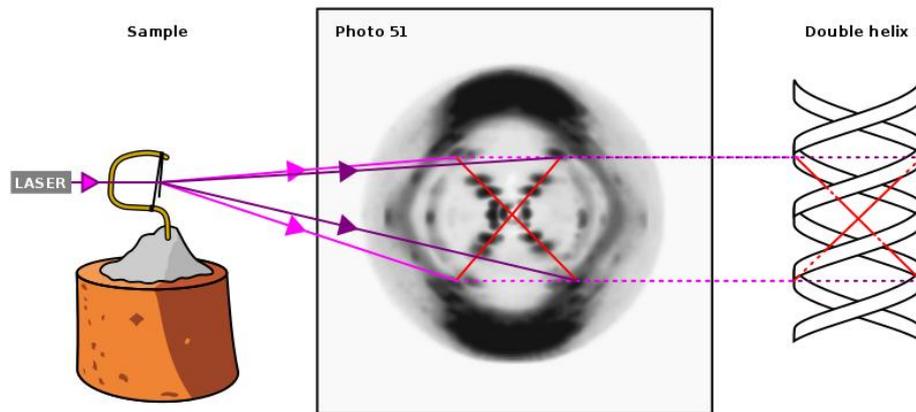


Figura 10. Campione: un filamento di DNA è stato teso su una graffetta e montato su un pezzo di sughero.

Foto 51: i raggi X sono stati fatti passare attraverso il filamento di DNA e i loro percorsi diffratti sono stati scansionati su carta fotosensibile per creare la foto 51. Doppia elica: la "X" al centro della foto 51 è causata dalla disposizione a spirale delle molecole di DNA nel campione.

https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Photo_51?uselang=it#/media/File:Experimental_setup_of_Photo_51.svg

James D. Watson

La doppia elica, libro best seller dello scienziato statunitense James D. Watson, pubblicato nel 1968 - dopo 15 anni dall'articolo apparso su *Nature* il 25 aprile 1953 - considerato da Piergiorgio Odofreddi, il libro scientifico più letto nel Novecento - è il racconto che Watson fa di come sono andate le vicende che hanno portato alla scoperta della struttura del DNA. Il libro è anche una sorta di racconto autobiografico del biologo statunitense sulle varie fasi che hanno preceduto la scoperta vera e propria della struttura a doppia elica del DNA.

Ebbene questo libro, secondo Brenda Maddox (2002) e il più recentemente citato da Howard Markel (*The secret of life*, 2021) è la verità «a detta di Watson», che secondo i due autori è fuorviante dai fatti realmente accaduti negli anni 50-60 dello scorso secolo.

Il libro scritto da Howard Markel *The Secret of Life*, spiega in modo chiaro ed inequivocabile gli eventi che hanno portato alla scoperta della struttura del DNA.

Le parole di Watson rivolte a Rosalind Franklin nel suo libro - secondo Howard - sono indegne per uno scienziato come lui: infatti Watson definisce la Franklin una *furiosa teppista* che un giorno «nella sua rabbia cieca» lo avrebbe colpito materialmente per averla interrotta mentre parlava. Da una lettura del libro *La doppia elica*, edito da Garzanti, si notano le tantissime volte in cui Watson cita Rosalind Franklin, chiamata da lui Rosy: p. 51 (cap.2°), pp. 83 - 86 (Cap.109; p. 87- 89 (cap. 11°), pp. 5, 97, 98-99-100 (le tre pagine del capitolo 13°). 101, prima riga del cap. 14°, p. 115 (cap.17°), p.129 e p.139 (cap. 20°), eccetera

Perché tutte queste citazioni della Rosalind in questo libro dopo 15 anni dalla scoperta della struttura del DNA? Perché il suo silenzio durante il discorso del conferimento del premio Nobel? Neanche un cenno per Rosy! Forse perché tutti e tre i premiati (Watson, Crick e Wilkins) avrebbero dovuto ammettere che lei aveva scoperto l'elica prima di loro con la famosa foto 51?

BIBLIOGRAFIA

James D. Watson, *La doppia elica trent'anni dopo*, edizione in lingua italiana del libro: *The double Helix – A Personal Account of the Discovery of the structure of DNA*, 1968, Garzanti Editore 1982, 2004.

«*Rosalind Franklin, A life from beginning to end*», by Hourly History, 2021.

Brenda Maddox, *Rosalind Franklin, THE DARK LADY OF DNA*, Harper Collins Publisher, Great Britain 2002.

Brenda Maddox, *Rosalind Franklin, La donna che scoprì la struttura del DNA*, edizione in lingua italiana del libro della Maddox, Mondadori, 2004.

Hovard Markel, *THE SECRET OF LIFE, Rosalind Franklin, James Watson, Francis Crick, and the Discovery of Dna's Double Helix*. 2021.

Paola Cadelli, *Rosalind Franklin, Ho fotografato il DNA*, Morellini Editore by Enzimi Srl, Milano 2022.

Chiara Valentina Segré, *Foto 51: il segreto del DNA*, Notes Edizioni Torino, 2018 (sesta ri stampa 2023).

NOTE

ⁱ Tre Link inerenti la foto di Rosalind Franklin al microscopio
https://it.wikipedia.org/wiki/Rosalind_Franklin
https://it.wikipedia.org/wiki/Rosalind_Franklin#/media/File:Rosalind_Franklin.jpg
https://en.wikipedia.org/wiki/Creative_Commons

ⁱⁱ James Watson, *Biologia molecolare del gene*, Zanichelli, Bologna 1967.

ⁱⁱⁱ *Molecular Structure of Nucleic Acids: A Structure for Deoxyribose Nucleic Acid*
J. D. Watson & F. H. C. Crick, *Nature*, volume 171, pages 737-738, 25 april 1953.
<https://www.nature.com/articles/171737a0>

Per motivi di praticità e scorrevolezza, gli articoli che riguardano Rosalind Franklin sono stati raggruppati in una sola e lunga nota, contrassegnata con il numero IV.

^{iv} Consiglia Tedesco, *L'eredità di Rosalind Franklin*. *La Chimica e la Società*, 15 giugno 2014.
<https://ilblogdellasci.wordpress.com/2014/06/15/leredita-di-rosalind-franklin/>

Rinaldo Cervellati, *Scienziate che avrebbero dovuto vincere il Premio Nobel: Rosalind Franklin (1920-1958)*, *La Chimica e la Società*, 27 novembre 2017.

<https://ilblogdellasci.wordpress.com/tag/aaron-klug/>

A Hidden History

By Seema Kumar, Scientific American, on September 13, 2017

«Le donne hanno sempre avuto un ruolo nella scienza. Sta a tutti noi garantire che facciano parte della storia. Le donne hanno lasciato il segno negli annali della storia scientifica, ma i loro contributi sono così nascosti che quando viene chiesto di nominare uno scienziato famoso, i bambini in genere citano solo uomini: Newton, Einstein, Edison. Quando viene chiesto di nominare scienziate famose, la maggior parte non riesce a nominare nessuno oltre a Madame Curie».

<https://www.scientificamerican.com/custom-media/jnj-champions-of-science/a-hidden-history/>

Fu Rosalind Franklin a scoprire la struttura del DNA (non i Nobel Watson e Crick)

di Francesca Romana Fantetti, *aggiornato il 23 ottobre 2019 alle ore 13:52*, in **l'Opinione delle Libertà**.

«Dare a Cesare ciò che è di Cesare. È stata Rosalind Franklin a scoprire il Dna, la sua struttura a doppia elica, ed a morirci a soli trentasette anni per un cancro ovarico con tutta probabilità contratto a seguito delle ripetute esposizioni ai raggi X. Rosalind Franklin non fu neanche menzionata alla consegna dei Nobel dati a Francis Crick e James Dewey Watson - i quali ricevettero di nascosto dal collega infedele di Rosalind Franklin, Maurice Wilkins, la fotografia n.51 scattata dalla Franklin, cui è seguita la rappresentazione pittorica fatta dalla moglie pittrice di uno dei due Nobel. Ciò che interessa l'umanità è certamente la scoperta e la decifrazione del Dna umano ma è importante anche che essa sia "imputata" e riferita a chi l'ha davvero scoperta. Non solo perché la verità è contagiosa, ma perché è lo stesso processo seguito da chi vi è arrivato scientificamente è decisivo per noi tutti rispetto a chi si sia limitato a copiare la fotografia, rubata».

http://www.opinione.it/societa/2019/10/23/francesca-romana-fantetti_rosalind-franklin-dna-nobel-francis-crick-james-dewey-watson-progetto-genoma-umano/

Una vita a raggi X. L'eredità scientifica di Rosalind Franklin a 100 anni dalla sua nascita

di Federica D'Auria, 6 agosto 2020, Università di Padova cultura.

«Leggendo il nome di Rosalind Franklin, probabilmente la prima cosa che si ricorda è la storia di una grande scoperta e di una profonda ingiustizia. Stiamo parlando degli eventi accaduti a partire da quella sua famosa *foto 51*, scattata nel 1952, in cui era finalmente visibile la struttura a doppia elica del DNA, e che permise finalmente agli scienziati dell'epoca di svelare il grande mistero della duplicazione del DNA. Per molto tempo, il merito di Rosalind Franklin rimase sconosciuto o ignorato, perché il suo contributo, per quanto cruciale, fu messo in secondo piano rispetto al lavoro di James Watson e Francis Crick, nonostante costoro fossero giunti alle loro conclusioni proprio grazie alla foto 51, di cui entrarono in possesso senza che la Franklin ne venisse mai a conoscenza. Si tratta di un'amara vicenda che testimonia certamente le continue ingiustizie e discriminazioni che dovevano (e devono tuttora) subire le donne decise a perseguire la carriera scientifica, continuamente svantaggiate e sminuite nonostante le loro capacità».

<https://ilbolive.unipd.it/it/news/vita-raggi-x-leredita-scientifica-rosalind>

Rosalind Franklin e la struttura del DNA

di Guiomar Huhuet Pané , 14 luglio 2022, in **Storica, National Geographic**.

«Grazie a una vocazione scientifica molto precoce, Rosalind Franklin studiò e lavorò in alcuni dei migliori centri di ricerca del suo tempo. Una solida formazione nel campo della cristallografia le permise di applicare le proprie conoscenze a una delle grandi incognite dell'epoca: la struttura del DNA. Attraverso le straordinarie immagini da lei ottenute fu possibile osservare la forma elicoidale che oggi tutti conosciamo».

https://www.storicang.it/a/rosalind-franklin-e-struttura-dna_15270

1953-2023: i settant'anni della doppia elica

di Enrico Orzes, 24 Aprile 2023

«Watson e Crick stabilirono una profonda sinergia e, grazie ai dati prodotti da Franklin, riuscirono a lavorare a un modello che, dopo mesi di lavoro, fu perfezionato sino al momento in cui pubblicarono, il 25 aprile 1953, l'articolo «Molecular Structure of Nucleic Acids: A Structure for Deoxyribose Nucleic Acid». Un paio di pagine che avrebbero cambiato per sempre la storia della biologia. Meno di dieci anni più tardi, nel 1962, Watson, Crick e Wilkins (che aveva mostrato a Watson le foto prodotte da Rosalind Franklin, grazie a cui questi poterono definitivamente risolvere alcune incongruenze nel modello originario) furono insigniti del Premio Nobel per la Fisiologia e Medicina, mettendo i loro nomi accanto a quelli di Darwin e Mendel sul grande libro dell'ereditarietà. Franklin morì a causa di un tumore all'ovaio cinque anni dopo la pubblicazione dell'articolo di Watson e Crick, rimanendo esclusa da ogni riconoscimento - seppur gran parte del merito di questa scoperta fosse, di fatto, suo».

<https://www.osservatorioterapieavanzate.it/news/1953-2023-i-settant-anni-della-doppia-elica>

Rosalind Franklin e la scoperta del DNA: cosa è cambiato?

di: Rachele Mazzaracca, 24 Maggio 2023

«Alcuni documenti inediti rivelano che la scienziata, autrice della famosa foto 51, ha avuto un ruolo di primo piano e riscrivono la versione popolare dei fatti [...] L'immagine era stata scattata nel laboratorio di Rosalind Franklin - biocristallografa che lavorava al King's College di Londra, allora diretto da Wilkins - e condivisa senza che lei ne fosse a conoscenza. Nota come "foto 51", questa immagine è considerata una pietra miliare della biologia molecolare. La storia a tutti nota descrive una Franklin vittima del maschilismo che regnava incontrastato nel mondo della scienza, messa da parte (anche per il Premio Nobel) dai colleghi che avevano sfruttato i suoi dati senza il giusto riconoscimento. Il contributo di Franklin è stato inestimabile: i dati sperimentali da lei prodotti hanno permesso di confermare il modello che i teorici Watson e Crick avevano elaborato. La cristallografia a raggi X, tecnica usata per analizzare la struttura di macromolecole come gli acidi nucleici, ha quindi permesso di comprendere la struttura del DNA: grazie all'impeccabile tecnica di preparazione dei campioni messa in atto da Wilkins, i risultati furono notevoli e la doppia elica venne vista per la prima volta. Non riuscì a svelare tutti i segreti della molecola della vita - ad esempio l'appaiamento delle basi e l'orientamento dei filamenti in versi opposti, ipotizzati e confermati poi da Watson e Crick - ma resta uno dei quattro pilastri della scoperta del DNA, anche se il riconoscimento del suo lavoro è stato tardivo».

<https://www.osservatorioterapieavanzate.it/news/rosalind-franklin-e-la-scoperta-del-dna-cosa-e-cambiato>

Rosalind Franklin and the Advent of Molecular Biology

By Patrick Cramer, Science Direct, Cell, Volume 182, Issue 4, 20 August 2020, Pages 787-789

Rosalind Franklin e l'avvento della biologia molecolare

«Rosalind Franklin fornì i dati chiave per ricavare la struttura a doppia elica del DNA. Il chimico inglese fu anche pioniere negli studi strutturali su colloidali, virus e RNA. Nel novembre del 1951, Rosalind Franklin presentò le sue ultime ricerche al King's College di Londra (Watson, 1968; Klug, 2004). I suoi risultati avrebbero presto cambiato il corso della scienza, ma ciò non poteva essere previsto dai pochi partecipanti dell'epoca, compreso James Watson. Nel suo discorso, la cristallografa 31enne ha mostrato fotografie di diffrazione di raggi X che indicavano che il DNA ha una struttura elicoidale. Per ottenere queste immagini, Franklin e il suo studente laureato Raymond Gosling hanno umidificato le fibre di DNA e le hanno esposte a un raggio di raggi X. Il risultante schema a forma di croce era certamente enigmatico per la maggior parte degli ascoltatori, ma Franklin fu in grado di interpretarlo. Un anno e mezzo dopo, il 25 aprile 1953, James Watson e Francis Crick del Cavendish Laboratory di Cambridge pubblicarono un modello a doppia elica per il DNA (Watson e Crick, 1953).

Nello stesso numero della rivista, Franklin e Gosling riportarono e analizzarono la loro fotografia chiave a raggi X del B-DNA (Franklin e Gosling, 1953). Anche un altro articolo di accompagnamento del collega di Franklin, Maurice Wilkins, e dei suoi colleghi presentava una fotografia di diffrazione del DNA, che mostrava meno caratteristiche rispetto a quella di Franklin (Wilkins et al., 1953) [...] In conclusione, i contributi di Rosalind Franklin dimostrano come esperimenti a raggi X di alta qualità e analisi di diffrazione possano fornire informazioni strutturali su campioni biologici complessi. La combinazione di tali risultati con le conoscenze chimiche ha consentito la modellazione della doppia elica del DNA da parte di Watson e Crick. Nello stesso decennio, un approccio simile permise a Pauling di derivare la struttura dell' α -elica e permise anche a Max Perutz e John Kendrew di ottenere le prime strutture proteiche. Pertanto, il lavoro di Franklin ha contribuito a stabilire un percorso per svelare i meccanismi interni della vita. Gli ultimi anni della breve vita di Rosalind Franklin segnarono l'avvento della biologia molecolare».

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0092867420309363>

Rosalind Franklin Deserves a Posthumous Nobel Prize for Co-discovering DNA Structure,
by Naomi Oreskes, 23 October 2023.

Rosalind Franklin merita un premio Nobel postumo per aver co-scoperto la struttura del DNA

«Rosalind Franklin merita un premio Nobel postumo per la co-scoperta della struttura del DNA. Assegnare a Rosalind Franklin un premio Nobel postumo per il suo ruolo nella scoperta del DNA è la cosa onorevole e scientifica da fare».

<https://www.scientificamerican.com/article/rosalind-franklin-deserves-a-posthumous-nobel-prize-for-co-discovering-dna-structure/>

How Rosalind Franklin was let down by DNA's dysfunctional team

25 April 2023 Nature 616, 657-660

Come Rosalind Franklin è stata delusa dal team scientifico sul DNA

«La storia di come è stata scoperta la struttura del DNA è quella di una squadra scientifica dalla quale un membro è stato imperdonabilmente escluso».

<https://www.nature.com/articles/d41586-023-01390-6>

<https://doi.org/10.1038/d41586-023-01390-6>

What Rosalind Franklin truly contributed to the discovery of DNA's structure

By Matthew Cobb & Nathaniel Comfort, Nature, 25 April 2023

Il vero contributo di Rosalind Franklin alla scoperta della struttura del DNA.

<https://www.nature.com/articles/d41586-023-01313-5>

«Franklin non è stata una vittima della questione in cui è stato risolto il problema della doppia elica del DNA. Una lettera trascurata e un articolo di notizie inedito, entrambi scritti nel 1953, rivelano che era una giocatrice alla pari [...] Questa versione degli eventi è entrata nella cultura popolare. È il soggetto di *Photograph 51*, un'opera teatrale di Anna Ziegler con Nicole Kidman sul palcoscenico londinese nel 2015 [a play by Anna Ziegler that starred Nicole Kidman on the London stage in 2015](#). L'immagine abbellisce una moneta Britannica di 50 pence che ha segnato il centenario della nascita di Franklin nel 2020. L'intera vicenda ha fornito *cibo* per battute sprezzanti su Twitter (“Cosa hanno scoperto Watson e Crick nel 1953? I dati di Franklin”) e persino una meravigliosa battaglia rap tra gli studenti di seconda media a Oakland in California [marvellous rap battle by seventh-grade students in Oakland, California](#).»

Il segreto della foto 51

di Marta Valentina Gravellone, classe III D, Liceo classico *Carlo Alberto*, Novara.

«Aprò il mio libro di biologia. Cerco Franklin e non trovo niente. Cerco Watson. Watson J. D., pag.

107, 228. Allora cerco pagina 107 e leggo: “Nel 1953, dopo anni di studi teorici e sperimentali, due ricercatori, J. D. Watson e F. Crick, proposero il modello per la molecola del DNA che è tuttora nota come *doppia elica*. Prendo una penna e scrivo a fianco Rosalind Franklin, perché suo è il merito, non dei due uomini. E non è un discorso legato al sesso; noi tutti, in realtà, sappiamo che copiare non è una prerogativa del sesso maschile, ma di una mentalità priva di etica e di consapevolezza, propria di molti uomini, non meno di quando lo sia di molte donne. Copiare non è parte del bagaglio cromosomico, no; è una questione di etica, di sincerità, di correttezza. Non ci rimane che constatare che non tutti abbiamo solidi principi etici, non tutti siamo sinceri. Non tutti siamo corretti. Possiamo chiederci che senso abbia raggiungere un obiettivo (un qualunque obiettivo, non necessariamente un Nobel), con la consapevolezza di non averlo davvero raggiunto, con l'intrinseca convinzione di non averne merito. Perché questo è successo e succede ancora? Per il successo, la fama ... per i soldi? Quale senso hanno questi sotterfugi, cosa dobbiamo raggiungere oltre la conoscenza?...Visto che ora siamo consapevoli di ciò che è avvenuto, correggiamo sui testi che non riportano la verità le informazioni sbagliate. Quando poi tutti usciremo dal liceo e andremo a rivendere i libri, lasceremo sugli scaffali di Policaro il nostro segreto, pronto a svelarsi a nuovi studenti. Magari, consci del nostro vero passato, non saremo costretti a riviverlo. E chissà che la nostra coscienza, essendo già stati colti in flagrante, non si ribelli ai nostri istinti più bassi».

<http://www.universitadedelledonne.it/MV%20gravellone.htm>

La donna del DNA: un Nobel mancato.

di Martina Giorgi, IVBLS, Campus Leonardo da Vinci, Umbertide (PG)
StaR Sapienza, Magazine di Cultura Scientifica

«Un ruolo fondamentale, in queste ricerche, venne ricoperto dalla chimica e biologa Rosalind Franklin che nel 1951 entrò a far parte del team di ricerca del King's College guidato da Maurice Wilkins che analizzava le strutture del Dna. Le sue ambizioni si scontravano contro un diffuso maschilismo e bigottismo londinese, pertanto si limitò a mantenere un rapporto strettamente professionale con gli altri scienziati. Lei perfezionò la cristallografia a raggi X, già impiegata per stabilire la struttura delle macromolecole, per applicarla nello studio di come fossero disposti gli atomi che formano il Dna in quanto questo dipende dal quadro di diffrazione dei raggi X che l'attraversano, ottenendo la prima foto chiara del Dna [...] L'esclusione della scienziata venne vissuta come un'ingiustizia da una parte del mondo scientifico e, in tempi successivi, dall'opinione pubblica in seguito alla pubblicazione di Watson nel 1968 del libro *La doppia elica*, dove narra i retroscena della loro scoperta dipingendo la Franklin come una donna dal pessimo aspetto e carattere che trattava tutti i colleghi maschi come incapaci e custodiva gelosamente il suo lavoro».

<https://www.stoccolmaaroma.it/donna-dna-nobel-mancato-franklin/>

Fine della lunga nota IV

^vPaolo Macchi, Ralf Dahm, *Friedrich Miescher e la Scoperta del DNA*, UniTn., Anno XIII, N.121, Febbraio 2011.

<https://www.unitn.it/archivio/periodicounitn/periodicounitn.unitn.it/121/friedrich-miescher-e-la-scoperta-del-dna.html>

^{vi} «Versuche über Pflanzenhybriden Von Gregor Mendel» (Esperimenti sull'ibridazione delle piante), di cui riportiamo il link: https://www.zobodat.at/pdf/Flora_89_0364-0403.pdf

^{vii} A. Giannini, *I grandi della Scienza: Mendel*, in *Le Scienze*, anno VI, n. 34 giugno 2002, p. 72.

^{viii} Storia della Scienza, *Da Freud ad Einstein*, a cura di Paolo Rossi, vol. VI, cap. IV, *La genetica classica*, Gruppo Editoriale l'Espresso 1988, pp. 119.135.

^{ix} A. Giannini, *I grandi della Scienza: Mendel*, pp. 84-85.

^x Hans Stubbe, in *Scienziati e Tecnologi dalle origini al 1875*, Vol. II, Arnoldo Mondadori Editore, 1975, pp.412-414.

^{xi} Hans Stubbe, in *Scienziati e Tecnologi dalle origini al 1875*, Vol. II, p. 414.

^{xii} Alfonso Lucifredi, *Thomas Hunt Morgan, il moscerino della frutta e lo studio delle mutazioni* in «La Rivista della Natura», dicembre 2019.

<https://rivistanatura.com/thomas-hunt-morgan-il-moscerino-della-frutta-e-lo-studio-delle-mutazioni/>

^{xiii} Paolo Macchi e Ralf Dahm, *FRIEDRICH MIESCHER E LA SCOPERTA DEL DNA*
Un secolo prima di Francis Crick e James Watson un medico svizzero studia il segreto della vita, Università degli Studi di Trento, ANNO XIII, NUMERO 121, febbraio 2011.

<https://www.unitn.it/archivio/periodicounitn/periodicounitn.unitn.it/121/friedrich-miescher-e-la-scoperta-del-dna.html>

^{xiv} Paolo Macchi, Ralf Dahm, *Friedrich Miescher e la Scoperta del DNA*, ivi.

^{xv} Storia della Medicina , *Le indagini di Phoebus Levene sulla struttura del DNA*, 12 agosto 2018.

<http://www.storiadellamedicina.net/le-indagini-di-phoebus-levene-sulla-struttura-del-dna/>

^{xvi} Il «fattore di trasformazione» di Griffith è il materiale ereditario, *Biologia e Scienza della Vita*, Zanichelli

<http://ebook.scuola.zanichelli.it/sadavabiologia/come-si-dimostra-che-i-geni-sono-fatti-di-dna/document-45>

^{xvii} Il «fattore di trasformazione» di Griffith è il materiale ereditario, ivi.

^{xviii} Oswald Avery, *Science & Tech.*, Britannica,

<https://www.britannica.com/biography/Oswald-Avery>

^{xix} Simone Petralia, *Martha Chase e l'esperimento del frullatore*. *Oggi scienza*, dicembre 2018.

<https://oggiscienza.it/2018/12/27/martha-chase-esperimento-frullatore/index.html#:~:text=Tra%20il%201950%20e%20il,del%20corpo%20rimane%20all'esterno>

^{xx} Simone Petralia, *Martha Chase e l'esperimento del frullatore*, ivi.

^{xxi} Hershey A, Chase M, *Independent functions of viral protein and nucleic acid in growth of bacteriophage*, in *J Gen Physiol.* 1952 Sep 20; 36(1): 39–56.

^{xxii} Simone Petralia, *Martha Chase e l'esperimento del frullatore*, ivi.

^{xxiii} Rinaldo Cervellati, *Scienziate che avrebbero dovuto vincere il Premio Nobel: Rosalind Franklin (1920-1958)*, cit. <https://ilblogdellasci.wordpress.com/tag/aaron-klug/>

^{xxiv} Brenda Maddox, *Rosalind Franklin - La donna che scoprì la struttura del DNA*, Brenda Maddox, 2002, Arnoldo Mondadori Editore S.p.A. Milano 2004, pp. 298-299.