

Emmy Noether

Mirella Manaresi

Dipartimento di Matematica

manaresi@dm.unibo.it

Emmy Noether



- 23 marzo 1882
nasce a Erlangen
- Il padre Max Noether è
una delle figure
preminenti della
geometria algebrica
mondiale, allievo di
Rudolf Clebsch, è
professore a Erlangen dal
1875

Emmy Noether

1889-1897

Frequenta
una scuola statale
femminile

1900 Dopo essersi preparata
privatamente supera l'esame
di stato che le consente di
insegnare inglese e francese



Emmy Noether

In quel tempo non vi erano ginnasi in cui le donne potessero arrivare alla maturità, quindi le donne non potevano iscriversi all'università, ma all'epoca si cominciava a dibattere il problema e alle donne veniva concessa la possibilità di essere ammesse come uditrici alle lezioni previo assenso dei docenti. La possibilità per le uditrici di accedere agli esami era pure lasciata alla discrezione dei docenti.

Emmy Noether

1900-1903 Emmy Noether frequenta (insieme a un'altra uditrice) le lezioni di Matematica e Storia a Erlangen e contemporaneamente si prepara a sostenere la maturità.

14 luglio 1903 consegue la maturità come privatista al Ginnasio Reale di Norimberga

A partire **dall'autunno 1903** le università bavaresi sono obbligate a immatricolare le donne in possesso della maturità.

Emmy Noether

1903/04 Nel semestre invernale 1903/04 E.Noether studia matematica come uditrice a Gottinga. I suoi docenti sono Felix Klein, David Hilbert, Herbert Minkowski, Otto Blumenthal. Per ragioni di salute ritorna a Erlangen.

1904/05 Si immatricola in Matematica a Erlangen.

Emmy Noether

1907 Consegue il dottorato a Erlangen con lode (summa cum laude) con una dissertazione di teoria degli invarianti (*Über die Bildung des Formensystems der ternären biquadratischen Form*) preparata sotto la guida di Paul Gordan

Lo stile di questo lavoro è molto lontano da quello dei lavori che la renderanno famosa. Si tratta di un lavoro del tipo di quelli del suo maestro Gordan, in cui prevalgono gli aspetti di calcolo.

Emmy Noether

1907-1915 Continua il suo lavoro scientifico privatamente e talvolta sostituisce nelle lezioni il padre malato, o i successori di Gordan (Gordans Erhard Schmidt e Ernst Fischer), ma **senza alcun salario**. Segue due tesi di dottorato. Inizia i suoi studi di algebra astratta nel solco tracciato dai lavori di Hilbert e si allontana dall'approccio costruttivo di Gordan.



Emmy Noether

- **1908** entra a far parte del Circolo Matematico di Palermo e nel **1909** della Società Matematica Tedesca. Nel 1909 tiene una conferenza (prima donna in assoluto a farlo) alla riunione annuale della Società Matematica Tedesca a Strasburgo. Nel **1913** tiene una conferenza a Vienna.
- Partecipa volentieri ai convegni, dove presenta i suoi risultati sulla teoria dei campi, sul problema di Galois inverso.

Emmy Noether

- **1913/14** E.Noether intensifica i suoi contatti con Felix Klein e David Hilbert a Gottinga. In questo periodo i due grandi matematici si occupano della teoria della relatività di Einstein.
- Gottinga, a quel tempo, è il piu' importante centro matematico di Europa.

Emmy Noether

- **1915** Felix Klein e David Hilbert invitano Emmy Noether a lavorare con loro a Gottinga quale specialista di teoria degli invarianti.
- La collaborazione con i due grandi matematici è così proficua che Emmy decide di rimanere a Gottinga.

Emmy Noether

- A Gottinga la Noether tiene conferenze su argomenti di algebra, ma anche di teoria degli insiemi, su equazioni differenziali e integrali.
- Nel 1915 nelle università prussiane vi è un regolamento sulle abilitazioni che consente solo agli uomini di abilitarsi.

Emmy Noether

- Spinta da Klein e Hilbert il 20 luglio 1915 Emmy Noether presenta domanda di abilitazione. Nessuna donna in Germania l'aveva ancora ottenuta.
- Dopo interminabili discussioni e forti controversie in Facoltà (*), il Ministero blocca il procedimento.
- Nell'autunno 1915 Emmy Noether tiene la sua prima lezione, che però viene annunciata nell'ambito della cattedra di Hilbert.

Emmy Noether

*Invariantentheorie: Prof. Hilbert mit
Unterstützung von Frl.Dr. Nöther,
Montag 4-6 gratis*

1919 Alla fine della prima guerra mondiale è cambiato l'atteggiamento politico verso le donne e finalmente il Ministero dà l'assenso all'avvio della procedura per l'abilitazione di Emmy Noether. Come tesi di abilitazione viene presentato il lavoro

“Invariante Variationsproblem”,

nel quale ella dimostra il famoso risultato, che ora porta il suo nome e che stabilisce il legame tra simmetrie in fisica e leggi di conservazione. Questo lavoro la rende famosa tra i fisici.

Emmy Noether

- Il **4 giugno 1919** tiene la sua lezione di abilitazione *“Fragen der Modultheorie”*.
- *A partire dal semestre invernale 1919 la Noether può annunciare le sue lezioni a proprio nome:*

Analitische Geometrie

Dr. Emmy Noether

Mittworch und Sonnabend 11 -1, privatim

Emmy Noether

- Anche dopo l'abilitazione Hilbert non riuscì ad ottenere per la Noether una posizione da professore, nonostante avesse già pubblicato una dozzina di articoli e fosse ormai considerata una matematica di assoluto valore.
- Dopo il 1919 la Noether sposta i propri interessi scientifici dalla teoria degli invarianti alla teoria degli ideali, producendo una teoria astratta che avrebbe contribuito in modo decisivo a fare della teoria degli anelli uno dei temi centrali dell'algebra e della matematica.

Emmy Noether

- **1920** Insieme a Werner Schmeidler termina il lavoro *“Moduln in nichtcommutativen Bereichen, insbesondere aus Differential und Differenzenausdruecken”*
in cui sviluppa il suo approccio teorico ai moduli.
- **1921** pubblica il lavoro *“Idealtheorie in Ringbereichen”*, lavoro fondamentale lo sviluppo dell’algebra moderna, in cui dà la decomposizione degli ideali come intersezione di ideali primari in ogni anello in cui vale la condizione della catena ascendente. Lasker aveva provato questo risultato per gli anelli di polinomi. Questo lavoro le dà notorietà internazionale.

Emmy Noether

- **1924** Bartel L. van der Waerden al termine dei propri studi in Olanda si trasferisce a Gottinga per lavorare con la Noether.



Emmy Noether

- **1921/22** Conseguito il dottorato, Artin passa un anno a Gottinga.
- **1922** Le viene dato il titolo di “*ausserordentlicher Professor*”, una posizione non ufficiale di professore associato, che le consentiva di fare lezione e avere studenti di dottorato, ma che non prevedeva alcun salario.
- Tra le persone che vengono a Gottinga a lavorare con lei oltre a Emil Artin c’è anche il topologo Pavel Alexandrof (1923/24).

Emmy Noether

1923 a 41 anni ottiene un carico di insegnamento retribuito *“um schwerere wirtschaftliche Schädigungen des Frl. Noether zu verhueten”*.

Questo piccolo salario, fu per lei molto importante, visto che il padre era ormai morto e l'inflazione post-bellica aveva reso non più sufficiente la piccola rendita familiare che le aveva permesso di sostenersi (con grandi sacrifici) fino a quel momento.

Emmy Noether

1925 termina il lavoro *“Abstrakter Aufbau der Idealtheorie in algebraischen Zahl und Funktionenkörpern”*

1926 *Tesi di dottorato di Greta Hermann. Oggi il problema che la Noether aveva assegnato alla Hermann si considera l’inizio della computer algebra.*

1927 inizia la collaborazione della Noether con Helmut Hasse e Richard Brauer sulle algebre non commutative.

Pur non entrando mai a far parte del comitato editoriale, Emmy Noether lavora intensamente per il *Mathematische Annalen* come referee. Con le sue idee fa lavorare molti studenti che vengono a lavorare con lei da tutto il mondo.

Emmy Noether

1928/29 Professore visitatore a Mosca

1929 (anno di inaugurazione del nuovo Istituto di Matematica di Gottinga costruito con i fondi della Fondazione Rockefeller) E.Noether pubblica il lavoro “Hyperkomplexene Groessen und Darstellungstheorie”

Molte delle idee della Noether vengono sviluppate dai suoi giovani allievi e colleghi, con i quali lei scrive alcuni dei suoi lavori: Barthel van der Waerden, Pavel Alexandroff, Helmut Hasse, Richard Brauer e il suo dottorando Max Deuring.

Istituto di Matematica di Gottinga



01/04/2008

DONNE E SCIENZA, Bologna 15
marzo 2008

24

Emmy Noether

A Emmy Noether si deve l'idea di introdurre i gruppi di omologia in topologia algebrica.

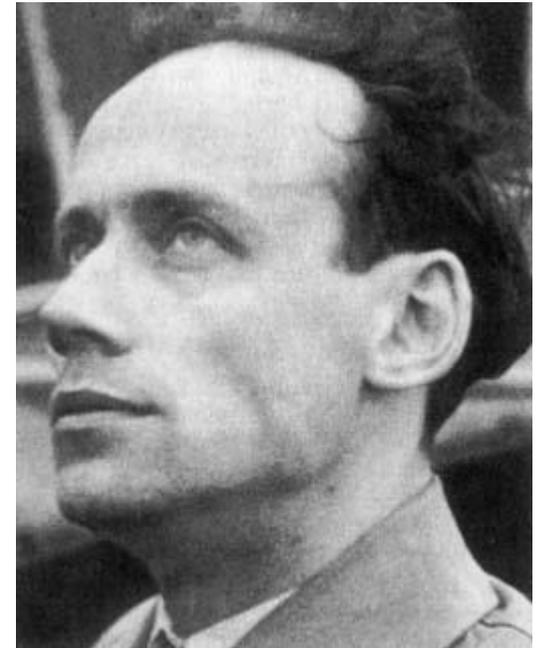
1930 E.Noether supplisce G.L.Siegel a Francoforte; Hermann Weyl diventa il successore di David Hilbert a Gottinga.

1930 viene pubblicata la prima edizione dell'ALGEBRA di van der Waerden, forse il più importante libro di Algebra del secolo scorso, interamente improntato all'approccio della Noether.

1932 E.Noether e E.Artin

1932 E.Noether riceve, insieme a *Emil Artin*,
l'Alfred Ackermann-Teubner Memorial Prize
for the Advancement of Mathematical Knowledge

Scrive lavori sulla teoria dell'eliminazione,
sulla teoria classica degli ideali
nel senso di Dedekind,
sulla teoria delle rappresentazioni
e la teoria dei corpi di classi.



Emmy Noether

1932 E.Noether tiene una delle plenary lectures al Congresso Mondiale dei Matematici di Zurigo
“Hyperkomplexe Systeme in ihren Beziehungen zur Kommutativen Algebra und zur Zahlentheorie”,
prima donna nella storia del congresso.

1933 Pubblica il lavoro *“Nichtcommutative Algebren”*



Relatori Convegno di Zurigo

- ZÜRICH, 5-12 settembre 1932
- James Waddell Alexander, Some Problems in Topology.
- Sergi Bernstein, Sur les liaisons entre quantités aléatoires.
- Ludwig Bieberbach, Operationsbereiche von Funktionen.
- Harald Bohr, Fastperiodische Funktionen einer komplexen Veränderlichen.
- Constantin Carathéodory, Über die analytischen Abbildungen durch Funktionen mehrerer Veränderlicher.
- Torsten Carleman, Sur la théorie des équations intégrales linéaires et ses applications.
- Élie Cartan, Sur les espaces riemanniens symétriques.
- Rudolf Fueter, Idealtheorie und Funktionentheorie.
- Gaston Julia, Essai sur le développement de la théorie des fonctions de variables complexes.
- Karl Menger, Neuere Methoden und Probleme der Geometrie.
- Marston Morse, The Calculus of Variations in the Large
- Rolf Nevanlinna, Über die Riemannsche Fläche einer analytischen Funktion.
- Emmy Noether, Hyperkomplexe Systeme in ihren Beziehungen zur kommutativen Algebra und zur Zahlentheorie.
- Wolfgang Pauli, Mathematische Methoden der Quantenmechanik
- Frédéric Riesz, Sur l'existence de la dérivée des fonctions d'une variable réelle et des fonctions d'intervall
- Francesco Severi, La théorie générale des fonctions analytiques de plusieurs variables et la géométrie algébrique
- Waclaw Sierpinski, Sur les ensembles de points qu'on sait définir effectivement.
- Julius Stenzel, Anschauung und Denken in der klassischen Theorie der griechischen Mathematik.
- Nikolai Grigorievich Chebotaryov, Die Aufgaben der modernen Galoisschen Theorie.
- Georges Valiron, Le théorème de Borel-Julia dans la théorie des fonctions méromorphes.
- Rolin Wavre, L'aspect analytique du problème des figures planétaires.

A Zurigo non è più la geometria algebrica italiana, ma l'algebra, e in particolare la scuola che fa capo alla Noether al centro dell'attenzione. Attraverso i suoi allievi diretti o indiretti in Germania questo nuovo approccio influenza non solo l'**ALGEBRA** e la **TEORIA DEI NUMERI** (E.Artin, Hasse, Brauer, Deuring, Krull, Witt, van der Waerden), ma anche la **TOPOLOGIA** (Hopf), La **GEOMETRIA ALGEBRICA** (van der Waerden, Deuring e in modo indiretto anche Hermann Weyl) e attraverso la teoria delle rappresentazioni dei gruppi anche fisici come Born e Heisenberg.

- La geometria algebrica italiana aveva in qualche modo concluso un ciclo.
- Van der Waerden già dal 1926 aveva intrapreso un lavoro di revisione della geometria algebrica che si concluderà nel 1938.
- Al congresso di Zurigo la Noether aveva delineato un programma di lavoro, che negli anni successivi si sarebbe rivelato molto lungimirante.
- Severi non apprezzava i metodi della Noether, che considerava troppo formali e che vedeva in contrapposizione con l'intuizione dei geometri algebrici.

L'influenza della Noether si era diffusa rapidamente anche all'estero

- **Unione Sovietica**

Pavel Alexandrof, nel periodo passato a Mosca (1928/29) influenza la scuola sovietica di Pontrjagin, Schmidt, Kurosh (che può essere considerato un suo allievo)

- **FRANCIA**

1934 nasce il gruppo Bourbaki

Nel 1932 Emmy aveva curato la pubblicazione degli scritti incompiuti di Jacques Herbrand logico e algebrista morto a soli 23 anni nel 1931 e molto legato a quello che sarebbe diventato il futuro gruppo Bourbaki. Nel suo intervento a Zurigo la Noether aveva citato un risultato non ancora pubblicato di Chevalley (profondamente ispirato all'approccio della Noether).

STATI UNITI

- Albert (a Chicago) segue e sviluppa gli studi della Noether sulle algebre
- Mac Lane è studente di dottorato a Gottinga
- Lefschetz è stato per un periodo a Gottinga e ha subito l'influenza dei metodi della Noether
- Zariski studia i risultati della Noether attraverso il libro di Van der Waerden (Zariski è per formazione un geometra algebrico italiano, ma trasferitosi negli Stati Uniti aveva colto l'importanza dei nuovi metodi e il suo libro Algebraic Surfaces fa uso dei nuovi metodi algebrici e topologici). Seguirà un corso della Noether a Princeton.

L'influenza della Noether sulla matematica

In Giappone Kenjio Shoda

In Israele Jacob Levitski

Emmy Noether



E. Noether, M. P. Dubreil, P. Dubreil



01/04/2008

DONNE E SCIENZA, Bologna 15
marzo 2008

36

Emmy Noether und Fritz Noether 1933

Emmy Noether

- Nonostante i numerosi riconoscimenti internazionali e nonostante molti dei suoi allievi fossero ormai ordinari, Emmy Noether non otterrà mai un posto di professore a Gottinga, non sarà mai chiamata a far parte della *Göttinger Gesellschaft der Wissenschaften* e nonostante la grossa mole di lavoro fatta per i *Mathematische Annalen* non verrà mai chiamata a far parte del comitato di redazione della rivista.

Emmy Noether

- Van der Waerden scrive “...lei era per noi un’amica sincera e allo stesso tempo un giudice severo e in quanto tale lei era anche per i *Mathematische Annalen* un’*inestimabile* valore.”

1933 Emmy Noether

25 aprile 1933 Emmy Noether viene sospesa dall'incarico a Gottinga per ragioni politiche e razziali (era ebrea e di idee pacifiste ed era ritenuta membro della USPD, la futura SPD). Alla base di ciò c'è la legge sul rinnovo del contratto di lavoro degli impiegati statali, che non consentiva il rinnovo di un tale contratto a una persona ritenuta marxista. I colleghi e gli studenti si adoperano per lei, ma il Ministero fu inflessibile.

2 settembre 1933 viene definitivamente estromessa dall'Università.

1933 Emmy Noether

- Emmy Noether riceve un invito a Oxford e un'offerta di professore visitatore presso il Collegio Femminile di Bryn Mawr in Pennsylvania e, pressata dalla necessità, è costretta ad accettare la seconda offerta.
- Porta con sé Olga Taussky (la migliore delle sue allieve americane).



1934 Emmy Noether

- Durante il periodo a Bryn Mawr la Noether teneva settimanalmente un seminario a Princeton, dove collaborava con Einstein e Hermann Weyl. In quel momento Princeton era diventato il principale centro matematico, sottraendo tale primato a Gottinga.
- Anche a Bryn Mawr è molto amata dagli studenti e finalmente le viene offerto un posto permanente di professore.

1935 Emmy Noether

- **1935** per le complicazioni intervenute in seguito ad un intervento chirurgico Emmy Noether muore.
- Albert Einstein e Hermann Weyl commemorano la Noether sul New York Times, van der Waerden scrive l'unica commemorazione in lingua tedesca sul periodico della Società Matematica Tedesca.

The efforts of most human-beings are consumed in the struggle for their daily bread, but most of those who are, either through fortune or some special gift, relieved of this struggle are largely absorbed in further improving their worldly lot. Beneath the effort directed toward the accumulation of worldly goods lies all too frequently the illusion that this is the most substantial and desirable end to be achieved; but there is, fortunately, a minority composed of those who recognize early in their lives that the most beautiful and satisfying experiences open to humankind are not derived from the outside, but are bound up with the development of the individual's own feeling, thinking and acting. The genuine artists, investigators and thinkers have always been persons of this kind. However inconspicuously the life of these individuals runs its course, none the less the fruits of their endeavors are the most valuable contributions which one generation can make to its successors.

Within the past few days a distinguished mathematician, Professor Emmy Noether, formerly connected with the University of Göttingen and for the past two years at Bryn Mawr College, died in her fifty-third year. In the judgment of the most competent living mathematicians, Fräulein Noether was the most significant creative mathematical genius thus far produced since the higher education of women began. In the realm of algebra, in which the most gifted mathematicians have been busy for centuries, she discovered methods which have proved of enormous importance in the development of the present-day younger generation of mathematicians. Pure mathematics is, in its way, the poetry of logical ideas. One seeks the most general ideas of operation which will bring together in simple, logical and unified form the largest possible circle of formal relationships. In this effort toward logical beauty spiritual formulas are discovered necessary for the deeper penetration into the laws of nature.

Born in a Jewish family distinguished for the love of learning, Emmy Noether, who, in spite of the efforts of the great Göttingen mathematician, Hilbert, never reached the academic standing due her in her own country, none the less surrounded herself with a group of students and investigators at Göttingen, who have already become distinguished as teachers and investigators. Her unselfish, significant work over a period of many years was rewarded by the new rulers of Germany with a dismissal, which cost her the means of maintaining her simple life and the opportunity to carry on her mathematical studies. Farsighted friends of science in this country were fortunately able to make such arrangements at Bryn Mawr College and at Princeton that she found in America up to the day of her death not only colleagues who esteemed her friendship but grateful pupils whose enthusiasm made her last years the happiest and perhaps the most fruitful of her entire career.

ALBERT EINSTEIN.

Princeton University, May 1, 1935.

[New York Times May 5, 1935]



