

Emmy Amalie Noether, la donna che stupì Einstein

ELISABETTA STRICKLAND

Università di Roma

E-mail: strickla@mat.uniroma2.it

Sommario: *È sembrato un dovere all'autrice di questa storia parlare di Emmy Noether, la straordinaria matematica considerata la fondatrice dell'algebra moderna. Naturalmente è ben noto che nacque da una famiglia ebrea in Germania, ad Erlangen, e che suo padre, Max Noether, era anch'egli un brillante matematico, ma ciò che è meno noto è che Emmy Noether aveva uno splendido carattere, era sempre piena di gioia ed amava divertirsi, quindi visse dividendosi tra la vita sociale e le conversazioni con i più famosi matematici del suo tempo, che visitarono l'Università di Göttinga dove David Hilbert l'aveva convinta a lavorare, ritenendo che la sua conoscenza della teoria degli invarianti potesse essere utile. Costituisce quindi un viaggio interessante spiegare come la sua originale visione dell'algebra le avesse dato la possibilità di interagire con alcune delle menti più creative del suo tempo, quali Felix Klein, Albert Einstein, Helmut Hasse, Richard Courant, Bartel Van der Waerden e numerosi altri. Quando durante il nazismo fu costretta ad abbandonare il suo paese per gli Stati Uniti, dove sfortunatamente morì poco dopo a causa delle conseguenze di un intervento chirurgico mal riuscito, Albert Einstein scrisse nel New York Times che "Fraulein Noether era stata il più significativo genio matematico creativo mai prodotto da che era cominciata l'educazione superiore delle donne". Questo spiega perchè è stato un genuino piacere per l'autrice spiegare come mai queste parole furono scritte.*

Abstract: *It was felt like a duty by the author of this story to talk about Emmy Noether, the extraordinary mathematician considered the founder of modern algebra. Of course it is well known that she was born in a Jewish family in Germany, at Erlangen, and that her father, Max Noether, was himself a brilliant mathematician, but what is less known is that Emmy Noether had a wonderful character, she was full of joy and loved having fun, so she lived dividing her time between social activities and the conversations with all the outstanding mathematicians of her time who visited the University of Göttingen where David Hilbert convinced her to work, as he believed she could be useful with her knowledge of invariants. So it is an interesting voyage to explain how her original vision of algebra gave her the possibility to interact with some of the most creative minds of her time, such as Felix Klein, Albert Einstein, Helmut Hasse, Richard Courant, Bartel Van der Waerden and many others. When during the Nazism she had to abandon her country for the United States, where unluckily after a short while she died for the consequences of an apparently successful operation, Albert Einstein wrote in the New York Times that "Fraulein Noether was the most significant creative mathematical genius thus far produced since the higher education of women began". So it was a genuine pleasure for the author to explain why these words were written.*

Irving Kaplansky, l'illustre matematico di origine canadese per lungo tempo professore all'Università di Chicago, nel 1973 definì Emmy Noether "la madre dell'algebra moderna". Eppure quando nacque il 23

Marzo 1882, nella cittadina tedesca di Erlangen, dove suo padre, Max Noether, era un rinomato professore di matematica all'università che aveva largamente contribuito allo sviluppo della teoria delle funzioni algebriche, nessuno ebbe alcun presentimento circa il suo destino. Primogenita di quattro figli, unica femmina, molto amata dai suoi genitori, confortata dal

Accettato: 25 settembre 2017.

benessere di una famiglia ebrea benestante, a scuola si orientò verso l'apprendimento delle lingue straniere, che nel suo caso erano il francese e l'inglese: se proprio intendeva essere una donna indipendente, si pensò che potesse fare l'insegnante di lingue. Sulla sua infanzia in realtà non si sa molto, certamente nessuno chiamò a colloquio i suoi genitori per far notare che la loro figlia aveva qualcosa di geniale.

Inizialmente passò del tempo, oltre che a studiare, ad imparare a suonare il pianoforte, senza mai arrivare alla qualità di sua madre, Ida Amalia Kaufmann, proveniente da una famiglia benestante di Colonia, che il piano lo suonava molto bene. Si presume, anche se non si hanno prove certe, che suo padre si fosse accorto che la figlia impiegava la metà del tempo dei suoi compagni di scuola a risolvere gli indovinelli matematici che andavano di moda nelle feste per ragazzi dell'epoca e che rispondeva pazientemente alle sue curiose domande sui numeri e la logica, chiedendosi stupito cosa le frullasse in capo mentre scartabellava qualche suo libro. Ma una cosa si sa per certo, e cioè che era una ragazza simpatica, generosa, altruista, che amava la compagnia e che tendeva a vedere sempre il bicchiere mezzo pieno. È quindi interessante capire come una giovane apparentemente normale, in un'epoca in cui essere una donna ebrea in Germania rappresentava obiettivamente un handicap enorme, sia riuscita a diventare la beniamina di alcuni dei più grandi pensatori del tempo, a cominciare da David Hilbert che per farle avere molti anni dopo un posto all'Università di Gottinga, davanti al diniego del corpo accademico perchè era una donna, alzò la voce e pronunciò la famosa frase: "Ma santo cielo, siamo una università, non in un bagno pubblico!", alludendo al fatto che all'epoca le donne alle terme si immergevano in acqua separatamente dagli uomini.

Sono rimaste numerose attestazioni di stima nei suoi confronti, ad esempio il suo allievo olandese Bartel Van der Waerden, sui cui celebri due volumi *Moderne Algebra* si sono destreggiati legioni di algebristi, per Emmy scrisse un commovente tributo pubblicato nei *Mathematische Annalen*, rivista che aveva accolto un gran numero di articoli della Noether; anche Hermann Weyl, prodigioso matematico tedesco rifugiatosi anch'egli negli USA presso lo IAS, Institute for Advanced Study, a causa delle persecuzioni razziali che riguardavano la mo-

glie ebrea, durante la cerimonia funebre per la morte prematura di Emmy nel 1935 a Bryan Mawr, negli Stati Uniti, fece versare fiumi di lacrime ai presenti decantando non solo il suo calore umano, ma soprattutto la sua potente immaginazione matematica e la sua elegante creatività, che avevano portato alla riorganizzazione dei concetti di base dell'algebra secondo un'impalcatura che nessuno ha mai più smantellato. A parte questi non irrilevanti omaggi, quello che fece più sensazione fu quello di Albert Einstein, che Emmy l'aveva conosciuta bene ed immensamente ammirata; egli, vedendo che il New York Times aveva liquidato la sua scomparsa con un trafiletto, prese carta e penna e fece pubblicare sul grande quotidiano un tributo divenuto leggendario, in cui decretò che Emmy Noether era stata il più significativo genio creativo matematico mai prodotto da che le donne erano state ammesse ad una educazione superiore.

Vediamo allora come riuscì la signorina Noether, rimasta tale tutta la vita giacchè non ebbe nè marito nè figli, a sedurre intellettualmente uomini che in fatto di capacità di giudizio non erano certo dei dilettanti.

Anni prima della sua nascita, nel 1809, lo stato tedesco di Baden promulgò il cosiddetto "Editto di Tolleranza": in base ad esso gli ebrei dovevano assumere cognomi tedeschi. Quindi anche Elias Samuel, padre di nove figli e titolare di un'azienda a Bruchsal, cambiò il proprio cognome in Noether e, per adeguarsi in modo ancor più completo, cambiò anche il nome di battesimo dei propri figli, tra cui Herz Samuel, che divenne Hermann Noether. Con tale nuova veste nel 1837 Hermann aprì con uno dei fratelli una ditta di ferramenta all'ingrosso, che rimase intestata alla famiglia per ben un secolo, cioè finchè i nazisti privarono gli ebrei dei loro affari. Hermann Noether sposò Amalia Würzburger, con cui ebbe cinque figli, uno dei quali fu Max, padre di Emmy, che di ferramenta non volle sentir parlare e diventò invece un illustre matematico all'Università di Erlangen. Emmy faceva parte di una famiglia i cui componenti ebbero destini assai diversi tra di loro: infatti il fratello Alfred studiò chimica e conseguì il dottorato ad Erlangen, ma purtroppo non poté metterlo a frutto perchè morì in giovane età; Fritz diventò un matematico applicato, costretto ad emigrare in Russia a Tomsk dove morì fucilato con

l'accusa di attività antisovietiche nel 1941 (dichiarato poi innocente dalla Corte Suprema dell'Unione Sovietica nel 1988); infine c'era Gustav Robert che non godeva di buona salute e soffriva di gravi handicap fisici e mentali, tanto che visse gran parte della sua vita in un istituto della cui retta, dopo la morte del padre, si occupò Emmy.

In questo ambiente la giovane aveva varie buone ragioni per desiderare di affrancarsi da un destino imperniato esclusivamente sui ruoli di moglie e madre, non ultima il fatto di avere interesse per la matematica, inizialmente soffocato dalla sua decisione di diventare un'insegnante di lingue nelle scuole femminili bavaresi. Ma Emmy non diventò mai un'insegnante di lingue e nel corso di svariate conversazioni con il padre riuscì a convincerlo di avere un talento per la matematica, tanto da volerla studiare all'Università. Sebbene alle donne non fosse consentito avventurarsi in questo tipo di studi in modo ufficiale, grazie alla propria caparbia riuscì ad ottenere il permesso di assistere ad alcuni corsi tenuti presso l'Università di Erlangen tra il 1900 e il 1902. Fu così che nel luglio del 1903 superò l'esame che consentiva l'immatricolazione a qualunque università, ma non a corsi di laurea in matematica.

Tuttavia riuscì ad ottenere il permesso di assistere tra il 1903 e il 1904 alle lezioni dell'Università di Gottinga, pur non essendo ufficialmente una studentessa di matematica e tra i vari docenti fu particolarmente interessata alle lezioni di David Hilbert, Karl Schwarzschild, Otto Blumenthal, Felix Klein e Hermann Minkowski.

Passò un semestre a Gottinga immersa nello studio, poi fortunatamente le leggi mutarono e il 24 ottobre del 1904 si immatricolò ufficialmente all'Università di Erlangen, dove si concentrò totalmente sullo studio della matematica.

Nel 1907 conseguì brillantemente il suo dottorato, con una tesi di cui fu advisor Paul Gordan, che era noto come "il re degli invarianti", data la sua intensa ricerca in questo campo.

La prova orale dell'esame di dottorato, che le fruttò la valutazione di *summa cum laude*, fece capire in modo inequivocabile cosa si stesse delineando nella sua mente. Infatti Hilbert nel 1888 aveva provato la finitezza degli invarianti in n variabili, ma Gordan aveva elaborato un metodo costruttivo per ottenere lo stesso risultato e ad Emmy fece

calcolare una lista di 331 forme covarianti, che lei stessa giudicò "una giungla di formule", capendo che fosse necessario riorganizzare la teoria in modo più astratto ed elegante. Solo Gordan non approvava l'atteggiamento di Hilbert, anzi lo condensò in un famoso commento: "Questa è teologia!", provando che per lui senza procedimenti costruttivi espliciti non si poteva pervenire ad alcuna verità matematica.

Nonostante queste divergenze di vedute, la gratitudine di Emmy per Gordan durò tutta la vita, tanto che tenne sempre un suo ritratto sulla scrivania dove era solita concentrarsi.

Tra l'altro, oltre alla propria perizia nel lavorare con gli invarianti, Emmy imparò da Gordan a pensare alla matematica camminando: lei stessa si era definita una "studiosa peripatetica", abitudine che mantenne soprattutto quando più avanti lavorò con i suoi allievi, che coinvolgeva in chilometriche passeggiate, fermandosi solo ogni tanto per bere un caffè o sostare qualche minuto sotto un libero durante la bella stagione. Erano tutti abituati a vederla girare con questa corte di giovani, che vennero soprannominati i *Noether boys*; i poveretti in realtà erano anche impegnati, oltre che a capire cosa lei dicesse, ad evitare che finisse sotto qualche mezzo di trasporto, totalmente distratta dalle sue elucubrazioni.

Da queste informazioni di natura accademica si potrebbe pensare che Emmy fosse una di quelle giovani studiose totalmente catturate dai propri ragionamenti ed avulsa da qualunque altro lato della realtà, ma non era così. Pur non essendo una bellezza, suppliva come spesso succede con la sua intelligenza ed un certo *charme* ad eventuali difetti, forse l'unico particolare essendo una pronuncia blesa nel parlare. Emmy tra l'altro amava la danza quasi quanto la matematica ed ogni scusa era buona per lanciarsi sulla pista ai balli universitari.

In condizioni normali la progressione della carriera avrebbe previsto il conseguimento dell'abilitazione, ma Emmy era già andata troppo oltre, alle donne non era consentito cimentarsi. Il suo carattere positivo le fece accettare questo ostacolo con saggezza, così inizialmente si accontentò di aiutare il padre con le sue lezioni, cosa che Max Noether, oramai malfermo in salute, accettò di buon grado, assolutamente consapevole del livello di preparazione della figlia. Il suo advisor di dottorato Gordan nel frattempo era andato in pensione e gli succedette

Ernst Fischer, che notò la sua inclinazione verso l'algebra astratta vista in chiave aritmetica e la spinse a fare di questo punto di vista il cardine di tutto il suo lavoro successivo, che nella pratica significava abbandonare i calcoli folli di Gordan e far propria la visione più astratta di David Hilbert.

Emmy cominciò a pubblicare i suoi lavori e il primo riconoscimento che ricevette proveniva proprio dall'Italia, dove nel 1908 venne eletta membro del Circolo Matematico di Palermo. Bontà loro, l'anno dopo anche i tedeschi presero atto della sua abilità e la elessero membro della DMV, cioè la *Deutsche Mathematiker-Vereinigung*, aggiungendovi un invito al Convegno annuale che si teneva a Salisburgo, nella quale occasione Emmy fu l'unica donna a presentare un articolo.

Come tutti i matematici, Emmy amava parlare dei suoi problemi con tutti coloro che riusciva a contattare, uscendo anche dal proprio paese; così ad esempio andò a trovare Franz Mertens a Vienna, perchè era stato l'*advisor* di tesi di Ernst Fischer ed era noto per aver scritto la prima dimostrazione valida del Teorema di Gordan sugli invarianti; durante la visita un nipote di Mertens descrisse l'aspetto di Emmy in visita a suo nonno, dicendo che "sembrava un cappellano di una parrocchia di campagna: vestita di nero, vesti lunghe fino ai piedi, un cappello da uomo e capelli corti e con una borsa portata a tracolla, simile a quelle usate dai conduttori delle ferrovie nel periodo imperiale." Mertens certamente non fece neanche caso a questi dettagli, tanto era confortato dal fatto che finalmente qualcuno stesse cercando di erigere un elegante edificio teorico che sostituisse ai calcoli folli di Gordan un approccio più sensato. Si sa quindi che liquidò l'aspro commento del nipote dicendo che Emmy era una brillante matematica con cui aveva piacere di parlare, punto e basta.

Comunque in effetti il proprio aspetto fisico era l'ultima delle preoccupazioni di Emmy, l'importante era stare comoda e soprattutto potersi agitare quanto le pareva davanti ad una lavagna: infatti metteva una foga tale nelle sue lezioni e nelle discussioni di matematica, che i capelli si ribellavano a qualunque fermaglio e alla fine aveva l'aspetto della Gorgone Medusa!

Scarmigliata o no, tra il 1911 ed il 1916 seguì all'ombra del padre due tesi di dottorato, quelle di

Hans Falckenberg e Fritz Seidelmann, cominciando quindi una attività intensa di advisor di dottorato. Nel 1915 Hilbert e Klein la invitarono a tornare a Gottinga. Hilbert infatti stava lavorando in fisica su alcune idee della teoria della relatività parallele a quelle di Albert Einstein.

Per sviluppare quanto aveva in mente, gli serviva un esperto in teoria degli invarianti. Emmy non si fece pregare, andò a Gottinga e con grande stupore generale, rispose a due importanti quesiti: come ottenere tutti i covarianti differenziali di un vettore arbitrario o di un campo tensoriale in uno spazio di Riemann e come dimostrare che ad ogni trasformazione infinitesimale del gruppo di Lorentz corrisponde un Teorema di Conservazione.

Aveva quindi dimostrato in fisica teorica il celebre Teorema di Noether, che prova che esiste una relazione tra le simmetrie nella fisica e le leggi di conservazione. Einstein, che era in corrispondenza epistolare con Hilbert, espresse la sua ammirazione per la profondità del pensiero matematico della giovane tedesca, dicendo che sapeva il fatto suo. Emmy era talmente concentrata sull'evoluzione del suo pensiero, che sembrava non essersi accorta che in quegli anni era in corso la prima guerra mondiale. Del resto sembrava aver bisogno di molto poco per vivere, la povertà dilagante e il caos politico semplicemente la trasformarono in una socialista radicale, la guerra non la distoglieva dalla sua matematica, quando partecipava a discussioni manifestava senza mezze misure di essere una pacifista convinta.

Fu proprio in quel periodo che venne a mancare sua madre Ida e per qualche settimana Emmy dovette tornare ad Erlangen, ma non senza aver prima comunicato questa sua decisione ad Hilbert, che ovviamente la invitò a prendersi il suo tempo per sistemare le cose in famiglia. Così Emmy partì, si occupò delle varie beghe burocratiche relative al lutto, trovò una governante affidabile che si prendesse cura del padre e del fratello Gustav Robert, entrambi con problemi di salute, e poi tornò a Gottinga; il richiamo della sua vita lì, perfettamente consona ad ogni sua aspirazione, era troppo forte.

Del resto come biasimarla? Gottinga era l'università dove avevano lavorato Gauss, Riemann e Dirichlet, dove Richard Dedekind, che era stato l'ultimo studente di dottorato di Gauss, aveva curato il libro *Vorlesungen über Zahlentheorie* largamente ispira-

to alle lezioni di Dirichlet. Fu Ernst Fischer a consigliare ad Emmy di leggere tutte e quattro le edizioni del libro, per comprendere meglio l'evoluzione del suo pensiero. Emmy così fece e fu proprio nel discutere durante interminabili passeggiate le idee di Dedekind che tra lei e Fischer nacque un legame fortissimo, tanto forte che dopo ognuno di questi scambi peripatetici, Emmy era solita tornare a casa, progredire nello sviluppo delle sue teorie e focalizzare le sue conclusioni su una cartolina indirizzata a Fisher. Egli conservò varie centinaia di queste missive, inviate tra il 1911 e il 1929. Questo carteggio unilaterale all'inizio aveva convinto la madre di Emmy che Fischer sarebbe stato un buon partito per la sua stravagante figliola, ma Max Noether la convinse che si trattava solo di una perfetta intesa scientifica tra due matematici, non vi era nulla di sentimentale in gioco.

Inoltre l'amore di Emmy per Gottinga aveva un'altra fonte di ispirazione. Proprio lì infatti due donne avevano conseguito un dottorato in matematica, la russa Sophia Kovalevskaja, nel 1874 e l'inglese Grace Chisholm Young, nel 1895. Il fatto che fossero state entrambe straniere in realtà non era un caso: nessuna donna tedesca fino ad allora ebbe la possibilità di ottenere quel titolo in Germania, mentre le straniere creavano meno problemi, una volta dottorate sarebbero tornate presumibilmente nel loro paese o andate altrove, liberando le università tedesche dalla loro imbarazzante presenza.

Esiste al riguardo un illuminante episodio accaduto in occasione dell'esame di dottorato di Grace Young; la coraggiosa signorina britannica proveniente da Girton College, la prima istituzione universitaria aperta alle donne a Cambridge nel 1879, aveva ordinato una carrozza per condurla all'edificio in cui doveva sostenere l'esame. Quando il conducente vide che il passeggero era una donna e sapendo che solo gli uomini sostenevano esami di dottorato, ripartì al volo senza di lei a bordo, tanto che la poveretta dovette, per non arrivare in ritardo, correre col fiato in gola più veloce che poté, arrivando giusto in tempo per cominciare l'esame. Si sa che lo sostenne con grande maestria, ma con il fiatone, guadagnandosi comunque il giudizio di *magna cum laude*.

Intanto che Emmy lavorava sodo, Hilbert e Klein ingaggiarono una battaglia senza esclusione di colpi

con le autorità accademiche di Gottinga per far entrare Emmy ufficialmente nel corpo accademico, cosa che finalmente ottennero nel 1919 quando, ottenuta l'agognata abilitazione, all'età di 37 anni poté essere assunta come *Privatdozent*. Tutto questo avveniva a titolo gratuito, ma Emmy aveva una modesta rendita familiare e poteva sopravvivere. Quello che la faceva star bene era il fatto che Hilbert annunciasse i propri corsi scrivendo esplicitamente negli avvisi che sarebbe stato coadiuvato da Dr. Emmy Noether.

Felix Klein era assai noto tra i docenti di quel periodo a Gottinga, avendo conseguito larga popolarità con l'invenzione della sua bottiglia, porzione in realtà minima del suo grande lavoro in topologia.

Inoltre era noto per la famosa conferenza in cui espose il "Programma di Erlangen", che sostanzialmente caratterizzava le varie branche della geometria, (euclidea, iperbolica, proiettiva, topologica) in termini dei gruppi di trasformazioni che lasciano invariate le proprietà degli oggetti geometrici. Era stato proprio Klein ad importare Hilbert a Gottinga da Königsberg, trasformando con questa prestigiosa chiamata quell'università nel centro matematico più prestigioso del tempo.

È interessante notare che quando Emmy si trasferì a Gottinga, Klein aveva smesso di produrre matematica, ma per ben quarant'anni si dedicò a fornire strutture e motivazioni a giovani matematici.

Hilbert non scherzava in quanto ad exploit scientifici. Nel 1900, in occasione del Secondo Congresso Internazionale dei Matematici a Parigi, aveva presentato la celebre lista di problemi che a suo parere avrebbero dovuto essere affrontati dai matematici nel ventesimo secolo, così come nel 2000 il Clay Institute stabilì l'elenco dei sette Millennium Prize Problems, ad uso e consumo dei matematici del ventunesimo secolo, che della lista di Hilbert comprendeva l'unico problema ancora non risolto, la famigerata ipotesi di Riemann.

Forte della stima dei suoi illustri colleghi di Gottinga, Emmy si scostò dalla teoria degli invarianti e produsse una teoria astratta che fu la pietra miliare nello sviluppo della teoria degli anelli ed i loro ideali, mettendo tutto nero su bianco nel famoso articolo del 1921 intitolato *Idealtheorie in Ringbereichen*, in cui diede la decomposizione degli ideali nell'intersezione di ideali primari in ogni anello

commutativo con la condizione della catena ascendente. Nel 1924 Emmy pubblicò l'articolo *Abstrakter Aufbau der Idealtheorie in algebraischen Zahlkörpern*, in cui diede cinque condizioni su un anello che consentono di dedurre che in tali anelli commutativi ogni ideale si scrive in modo unico come prodotto di ideali primi.

Nulla stimola maggiormente una bravo matematico di un allievo talentato: proprio nel 1924 arrivò dall'Olanda a Gottinga Bartel van der Waerden, che studiò un anno con Emmy. Dopo l'intenso lavoro assieme, lui tornò ad Amsterdam e scrisse i suoi libri riportando gran parte del loro comune lavoro.

Gli anni dal 1927 in poi, gli ultimi che trascorse in Germania, furono spesi lavorando in collaborazione con Helmut Hasse e Richard Brauer sulle algebre non commutative. I tre scrissero assieme un fondamentale articolo, *Beweis eines Hauptsatzes in der Theorie der Algebren*, che uscì nel 1932. Non paga della immensa mole di lavoro nell'insegnamento e nella ricerca, Emmy collaborò anche contemporaneamente ad editare i *Mathematischen Annalen*.

Durante quel lungo periodo la sua reputazione di matematica andò letteralmente alle stelle, assieme all'apprezzamento generale delle sue qualità umane, che indussero qualche anno dopo il grande Hermann Weyl a dire che Emmy "era calda umanamente come una pagnotta di pane appena sfornato".

E come la pensava David Hilbert, che era ben noto per avere un certo fascino con le giovani studentesse e per essere in generale un estimatore delle donne? Notò senz'altro che aveva un aspetto trasandato e che portava lo stesso vestito per settimane, ma questo non gli impediva di cercare spesso la sua compagnia, che gli era molto gradita. Ad onor del vero va detto che in fatto di socializzazione Emmy era decisamente un'originale. Infatti una volta stabilitasi a Gottinga, aveva affittato un appartamento all'ultimo piano di un edificio al numero 57 della tranquilla *Stegemuhlenweg*, a poca distanza dall'università, che quindi raggiungeva a piedi. Le stanze della casa erano scure e mal rifinite, inoltre durante l'inverno vi si gelava, mentre in estate erano un forno. La cucina consisteva di un fornello a gas ed un lavandino, ma il tutto le sembrava sufficiente per preparare un thè ed il suo *pudding*, che piaceva molto agli studenti in visita. Quindi ogni domenica, dopo una lunga passeggiata con i *Noether boys*, li

invitata tutti al thè e serviva il suo *pudding*. Se qualcuno pensa che fosse una sua prelibata ricetta, si sbaglia di grosso: Emmy comperava una miscela già pronta, che si chiamava *Oetker Pudding Mix*, aggiungeva latte e zucchero e la rimestolava sul suo unico fornello, servendolo poi in una varietà di tazze, una diversa dall'altra. I ragazzi al momento del thè erano felici, si sentivano accuditi da quella peculiare mamma chioccia, per giunta scienziata di gran classe, che provvedeva a loro generosamente e con allegria. Alla fine del piccolo rinfresco, metteva tutto nell'acqua del lavello e il giorno dopo la sua collaboratrice domestica combatteva strenuamente per staccare il *pudding* dal recipiente. Emmy visse assolutamente felice in quella che chiamava la sua "mansarda", non poteva desiderare nulla di più e lo diceva sempre esplicitamente. Figuriamoci i *Noether Boys*, che tra un *pudding* e l'altro sfornavano teoremi e pubblicazioni.

Sarebbe naturale porsi la domanda "Ma cos'altro mangiava la geniale signora oltre al *pudding*?". Emmy Noether detestava qualunque lavoro domestico, per cui ogni sera cenava in un ristorante molto spartano vicino alla sua casa e il menù era sempre lo stesso: fagioli, crauti e patate bollite, accompagnati da pane fresco con il burro. Mangiava sempre allo stesso tavolo, sempre con questo menu, notizia che farebbe inorridire qualunque nutrizionista, ma la storia del genio umano femminile è ricco di esempi del genere: Marguerite Yourcenar si nutriva di crema di marroni, eppure nessuno può asserire che abbia scritto libri irrilevanti.

Le modalità delle sue lezioni erano altrettanto eccentriche. Quando entrava in aula gli studenti battevano i piedi in segno di rispetto, secondo l'uso accademico tedesco. Lei cominciava dal punto in cui aveva terminato la volta precedente, presumendo che tutti si ricordassero quale questo fosse.

Dato che le sue dimostrazioni erano sempre fatte all'impronta e quindi spesso da limare, i *Noether boys* prendevano disperatamente appunti e poi passavano ore a ricostruire il tutto, metodo didattico faticoso, ma dato che era lo stesso che venne propinato alla scrivente da Beniamino Segre nel suo mitico corso di geometria algebrica, si può affermare con certezza che il metodo funziona e la teoria resta impressa per sempre. Non ci stiamo inventando nulla: Saunders Mac Lane, studente di dottorato

americano piombato a Gottinga nel 1931, scrisse alla madre che la Professoressa Noether pensava veloce e parlava veloce, inducendo gli allievi a pensare altrettanto veloci, il che a suo giudizio era un bell'allenamento. Di fatto seguirla non era facile, anche perchè lei improvvisava le dimostrazioni, arrabbiandosi talmente a volte, che arrivava a lanciare il gesso sul pavimento per poi disintegrarlo rabbiosamente con il tacco della scarpa. Aveva qualche nume ispiratore? A detta sua adorava Laplace, il grande matematico francese, lo citava continuamente. Emmy ebbe anche studenti di sesso femminile, infatti nel 1925 si guadagnò con lei il dottorato Grete Hermann, che dopo la seconda guerra mondiale e la fine del nazismo riuscì a tornare in Germania dall'Inghilterra dove si era rifugiata ed ebbe una carriera di successo in fisica e filosofia.

Le usanze che riguardavano il conseguimento del dottorato a Gottinga comprendevano anche un famoso rito che ad Emmy piaceva moltissimo. Nella piazza antistante il Municipio della cittadina, c'è una fontana con una statua in bronzo che raffigura una giovane donna con un'oca sotto il braccio, detta la *Gänseliesel*. Ogni neo dottorato deve arrampicarsi sulla statua e baciare la ragazza, il che veniva richiesto da Emmy senza possibilità di diniego e quando l'impresa era compiuta, lei dirigeva il coro di "Hip, hip, hurrà".

In quegli anni fra il 1925 e il 1931, Gottinga era davvero la Mecca della matematica, Emmy poteva parlare con visitatori illustri come Richard Courant e il russo Pavel Alexandroff; quest'ultimo in particolare fu coinvolto in una nuova serie di passeggiate matematiche, in cui i due avevano trovato interessanti punti di vista della topologia studiata dal russo usando la nuova organizzazione astratta dell'algebra elaborata da Emmy; Alexandroff fu talmente affascinato dal lavoro della collega tedesca, che tornò in Russia per dare una serie di lezioni che spiegavano l'algebra astratta di Emmy.

Furono anche anni di durissimi sconvolgimenti finanziari per la Germania, dato che ci fu una inflazione record che rendeva i già magri stipendi assolutamente inadeguati. Fortunatamente la situazione si stabilizzò nel 1923 e la eterogenea comunità universitaria di Gottinga poté dedicarsi anche ad ascoltare concerti o nuotare in piscina, cosa che Emmy fece spesso con Nina Courant, la moglie di

Richard Courant, che tra l'altro le consigliò un suo sarto alla moda e finalmente Emmy si fece confezionare tre vestiti nuovi di cui andava assai fiera. La sua reputazione era alle stelle, tanto che nel 1928 venne invitata a parlare al Congresso Internazionale dei Matematici a Bologna, fatto che la esaltò moltissimo e le fece dimenticare che a Gottinga non aveva una cattedra. Nello stesso anno venne a mancare il fratello Gustav Robert, che nell'istituto dove viveva non aveva purtroppo avuto modo di rendersi conto dei successi della illustre sorella.

Un altro fatto importante avvenuto in quell'anno fu la sua visita in Russia all'Università di Mosca. Emmy fece del suo meglio per captare la situazione politica di quel paese che era in pieno stalinismo e parlò con vari studenti, facendosi un'idea edulcorata della loro vita. I colleghi tedeschi al suo ritorno rimasero stupiti dei suoi racconti e pensarono che non si fosse resa ben conto della realtà. Ma lei vedeva sempre il bicchiere mezzo pieno e lo vide ancor di più quando nel 1929 l'Istituto Matematico di Gottinga venne spostato in un nuovo edificio sponsorizzato dalla Fondazione Rockefeller di New York. Era stato Felix Klein a procurarlo ed era un piacere lavorarvi dentro; ampie sale per conferenze, biblioteca capace, lavagne scorrevoli ovunque e ad Emmy venne assegnato uno degli studi più belli, tanto che con i *Noether Boys* si accampò letteralmente lì dentro.

David Hilbert oramai aveva raggiunto l'età della pensione, 68 anni, e venne chiamato a sostituirlo Hermann Weyl, che rimase stupito del grande onore accademico, dato che riteneva che Emmy ne fosse più meritevole di lui, ma capiva che il fatto di essere donna le precludeva questa possibilità e pertanto lei restava una assistente con relativo basso salario.

Emmy non ci faceva caso, era più interessata al fatto che le donne cominciassero ad essere in maggior numero: ad un Convegno della DMV ebbe modo di ascoltare Olga Taussky-Todd, che era cresciuta nella Repubblica Ceca e si stava laureando all'Università di Vienna e ne fu entusiasta.

Nel 1932 Emmy vinse, assieme ad Emil Artin, l'Ackermann-Teubner Memorial Prize, che oltre ad essere molto prestigioso, prevedeva la somma di 500 Reichsmark, la moneta tedesca in uso in Germania dal 1924. Non solo, venne invitata in quello stesso

anno al Congresso Internazionale dei Matematici a Zurigo, fu una dei cosiddetti *plenary speakers*, prima donna a ricevere questo onore. Quel particolare congresso si contraddistinse per la mondanità; perfino i giapponesi organizzarono un celebre party all'Hotel Eden in cui Emmy, vedendo che tutti si inchinavano uno verso l'altro, sfoggiò uno dei suoi inchini da esperta di ballo, nel divertimento generale. È divertente notare che si preparò con coscienza all'evento, andando persino prima a fare una settimana di vacanza sulle Alpi onde arrivare in perfetta forma. Al ballo che venne organizzato per i partecipanti, le si parò davanti un cavaliere italiano molto particolare: Francesco Severi, brillante geometra algebrico che di lì a poco, nel 1939, avrebbe fondato l'Istituto Nazionale di Alta Matematica a Roma. Severi era prestante fisicamente, inoltre per quel ballo si era fatto confezionare un abito di sua invenzione, di taglio perfetto e decorato da alamari d'argento e così vestito invitò Emmy ad un valzer. Nonostante il gesto elegante, ebbe poi a dire che la sua partner non era una gran ballerina e soprattutto non era una bella donna; per giunta, pur riconoscendo che era la star di quel particolare Congresso, non era molto convinto del suo approccio innovativo alla matematica.

Quel 1932 fu davvero un anno speciale, e oltre ai fatti a cui abbiamo accennato, ci fu la celebrazione dei 70 anni di David Hilbert. Olga Taussky presentò il primo volume da lei edito con la casa editrice Springer, dedicato ai lavori di Hilbert. Pochi mesi prima, Emmy aveva compiuto 50 anni, ma il suo compleanno fu celebrato in sordina, anche se il suo allievo Wolfgang Krull, uno dei *Noether Boys* divenuto professore ad Erlangen, disse in quell'occasione che "Fraulein Noether non era solo un grande matematico, ma anche una grande tedesca."

L'antisemitismo intanto dilagava in modo drammatico; alcuni studenti di Gottinga arrivarono a protestare per dover divider lo stesso tetto con una ebrea ed Emmy fu costretta a lasciare la sua amata mansarda, per di più alcuni suoi amici cominciarono ad evitarla. Il risultato fu che nel 1933, quando Adolf Hitler divenne Cancelliere della Germania, venne proibito agli ebrei di lavorare nelle università: il 13 aprile del 1933 Emmy, Courant, che era Direttore dell'Istituto Matematico di Gottinga ed altri quattro professori ebrei ricevettero telegrammi che li desti-

tuivano dai loro incarichi con effetto immediato. Sebbene Emmy non riuscisse a credere che tutto ciò stesse accadendo, dovette convincersi ad accettare una posizione accademica negli Stati Uniti, all'Università femminile di Bryn Mawr in Pennsylvania e questa soluzione fu frutto di lotte e interventi da parte anche della Fondazione Rockefeller. Possiamo immaginare lo stato d'animo della straordinaria matematica quando il piroscafo Bremen salpò diretto a New York. Fortunatamente la sua nuova sede non era poi così marginale, dato che la direttrice, Anna Johnson Pell Wheeler, era una matematica che aveva studiato proprio a Gottinga con Hilbert e Minkowski nel 1907 ed aveva poi conseguito il suo dottorato all'università di Chicago. Ancora una volta Emmy riuscì a vedere il bicchiere mezzo pieno e mise su una squadra di... *Noether girls!* I suoi studi giovanili in lingue straniere le tornarono improvvisamente molto utili, dato che parlava perfettamente in inglese. Dopo pochi mesi dal suo arrivo, Emmy riuscì a interagire con la comunità matematica locale, soprattutto con Hermann Weyl, anch'egli vittima del nazismo, a causa della moglie ebrea, e Richard Brauer.

In questa sua nuova impresa risultò agevolata da una sponsorizzazione lungimirante cofinanziata da Bryn Mawr e l'Institute for Advanced Study di Princeton, quest'ultimo decisamente pane per i denti di Emmy. Cominciò così una serie di pendolamenti in treno da Bryn Mawr a Princeton, in compagnia di Olga Taussky-Tood, che era a quell'epoca post-doc nello stesso college dove aveva trovato rifugio Emmy. Le sue lezioni a Princeton vertevano su rappresentazioni di moduli e gruppi di operatori e i suoi allievi furono gradualmente catturati dall'approccio astratto di Emmy alla matematica, abituati com'erano a grandi quantità di calcoli.

Vennero trovati i fondi per consentire ad Emmy un prolungamento della sua posizione accademica di altri due anni, anche perchè aveva fatto una visita estiva a Gottinga per vedere se la situazione poteva migliorare, ma si era convinta che era addirittura peggiorata, tanto che aveva portato via tutti i suoi mobili negli Stati Uniti.

Nell'aprile del 1935 le fu diagnosticato un tumore pelvico e venne ricoverata nell'ospedale di Bryn Mawr, per affrontare un intervento chirurgico. Emmy non disse a nessuno che andava ad

operarsi e nessuno venne a sapere nell'immediato che, dopo l'operazione apparentemente ben riuscita, cadde in coma e morì, in preda ad una febbre altissima. Aveva 53 anni quando venne a mancare, ed era ancora nel pieno della sua creatività, di cui elargiva i frutti durante le sue lezioni settimanali a Princeton.

Olga Taussky-Todd si ritrovò tra le mani in eredità la spilla che Emmy portava sempre addosso e non riusciva a capacitarsi che una delle sue grandi maestre fosse scomparsa in modo così repentino. La reazione del mondo accademico matematico fu corale; vennero tramandati con rispetto gli oggetti e i risultati che presero il suo nome, come anelli e gruppi Noetheriani, normalizzazione di Noether, moduli Noetheriani, Teorema di Albert-Brauer-Hasse-Noether, Teorema di Lasker-Noether, Teorema di Skolem-Noether, tanto per citarne alcuni.

Nessuno mise in dubbio la sua opera immensa nell'organizzazione dell'algebra astratta moderna, di cui giustamente era stata proclamata la madre.

BIBLIOGRAFIA

- [1] ANGIER NATALIE. *The mighty Mathematician You've Never Heard Of*, New York Times Science section, page D4, March 27, 2012.
- [2] BREWER JAMES, SMITH, MARTHA. *Emmy Noether, a Tribute to her Life and Work*. Dekker, New York 1981.
- [3] BRIGAGLIA ALDO *Emmy Noether*. Matematica Pristem, <http://matematica-old.unibocconi.it/donne 2005/noether.htm>
- [4] BYERS NINA. *The life and Times of Emmy Noether*, ArXiv, 1994, xxx.lanl.gov/abs/hep-th/9411110.
- [5] DICK AUGUST. *Emmy Noether, 1882-1935*, Birkhäuser, 1981.
- [6] EINSTEIN ALBERT. *The late Emmy Noether*. Letter to the Editor of the New York Times, May 1, 1935.
- [7] NEUENSCHWANDER DWIGHT. *Emmy Noether's wonderful theorem*, J. Hopkins University Press, 2017.
- [8] OLSEN LYNN M. *Women in Mathematics*. Massachusetts Institute of Technology Press, 1974.
- [9] ROQUETTE PETER. *Emmy Noether and Hermann Weyl*, <https://www.mathi.uni-heidelberg.de/~roquette/weyl+noether.pdf>
- [10] ROQUETTE PETER. *The Brauer-Hasse-Noether theorem in historical perspective*, Springer, 2005.
- [11] SRINAVASAN BHAMA, SALLY JUDITH. *Emmy Noether in Bryn Mawr*, Springer, 1983.
- [12] TENT M.B.W. *Emmy Noether. The Mother of Modern algebra*. A.K. Peters, Ltd. Wellesley, Massachusetts, 2008.
- [13] WEYL HERMANN. *Emmy Noether*. Scripta Mathematica, 3, 201-220, (1935).



Elisabetta Strickland

Elisabetta Strickland è professore ordinario di Algebra all'Università degli Studi di Roma "Tor Vergata". È stata la prima donna eletta Vice-Presidente dell'Istituto Nazionale di Alta Matematica (2007-2015), dal 2014 è membro della Women in Mathematics Committee (WIM) della European Mathematical Society e dal 2016 Ambasciatrice per l'Italia della Committee for Women in Mathematics (CWM) della International Mathematical Union. È presidente del Comitato Unico di Garanzia di Ateneo, e co-fondatrice del Gender Interuniversity Observatory sugli Atenei statali della Capitale, attivo dal 2009.

Ha pubblicato articoli scientifici e racconti su riviste italiane e straniere ed è autrice di libri di narrativa, tra cui il saggio "Scienziate d'Italia", Donzelli, 2011.

Nel 2016 ha pubblicato per la casa editrice Springer International il libro "The ascent of Mary Somerville in the 19th Century Society" dedicato alla vita e al lavoro della scienziate scozzese Mary Somerville (1780-1872) a cui la Royal Bank of Scotland ha dedicato la nuova banconota da 10 sterline in plastica.

Nel 2013 è stata insignita dall'Amministrazione Capitolina del Premio Donne Eccellenti di Roma.

Tratto da PRISMA, ottobre 2018

ADA LOVELACE

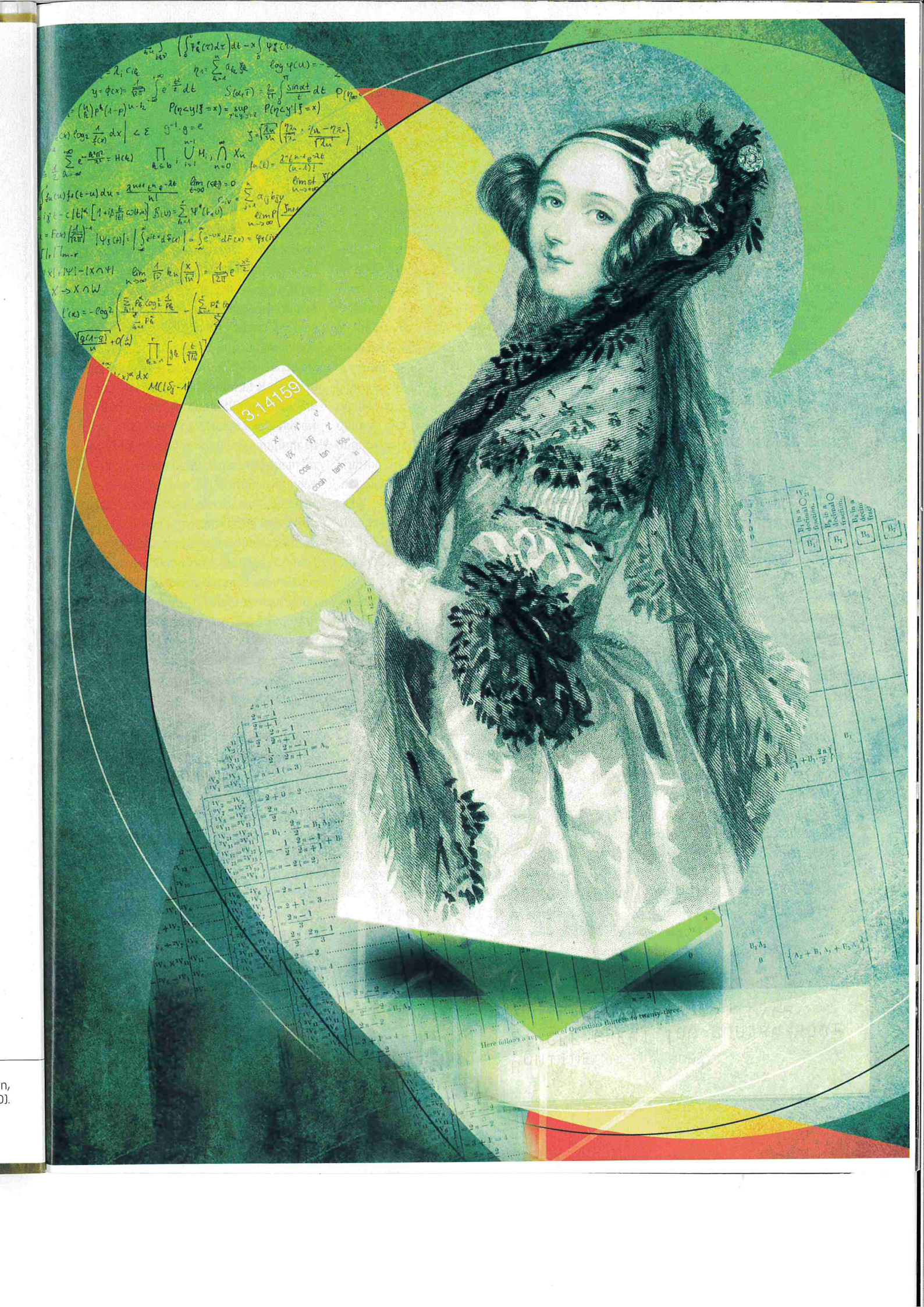
Figlia del poeta romantico Byron, coniugò fantasia letteraria e passione per i numeri, eredità della madre. E quando ancora i computer erano solo rozzi prototipi meccanici, concepì i primi algoritmi di calcolo

MARIA LEONARDA LEONE

Gli occhi sognanti, persi chissà dove, sono quelli di suo padre. Il naso da professoressa di matematica è quello di sua madre. L'“incantatrice di numeri” Augusta Ada Byron, contessa di Lovelace, mi guarda dal grande quadro appeso alla parete di quello che fu il suo studio, nella sfarzosa Horsley Towers. È vissuta qui, nel Surrey, in questa antica dimora vittoriana circondata da un parco verdeggiante completo di laghetto con le anatre, insieme al marito e ai tre figli. E qui, nel 1843, redasse quelle annotazioni che, un secolo e mezzo dopo, l'avrebbero resa celebre come la prima programmatrice di computer della Storia. «Per i suoi tempi la Lovelace fu un esempio inusuale di donna» mi dice Valerie Aurora mentre passeggiamo lungo lo stesso viale alberato che Ada deve aver percorso centinaia di volte, persa fra i suoi numeri. Taglio cortissimo color platino, la battagliaiera Valerie è il direttore esecutivo della Ada Initiative, una organizzazione no-profit che organizza conferenze

e programmi di formazione per migliorare la condizione delle donne che lavorano in campo matematico e scientifico. «Non solo era intenzionata a imparare la matematica, ma fu anche incoraggiata a farlo. E ha dimostrato ciò di cui le donne sono capaci, quando viene data loro una chance». Ma oltre all'opportunità, Ada ebbe anche il dono del talento, grazie forse a un patrimonio genetico di tutto rispetto. Sua madre, la nobile Anne Isabella Milbanke, detta Annabella, era intelligente, di carattere forte e dotata di un'ottima istruzione. A questo fatto, già raro per una donna dell'Inghilterra vittoriana, si aggiungeva che, oltre alle lettere e alla filosofia, aveva studiato anche la matematica e si distingueva sulla scena intellettuale per il suo mecenatismo. Pignola e precisa, era il perfetto contrappunto del padre di Ada, il famoso quanto chiacchierato poeta romantico George Gordon Byron. Che la coppia fosse male assortita era piuttosto evidente. «Lord Byron aveva ribat- ➔

Una rielaborazione artistica di un ritratto di Augusta Ada Byron, coniugata King, contessa di Lovelace, all'età di 25 anni (1840).



n,

0).

→ tezzato sua moglie "la principessa dei parallelogrammi", e non certo per farle un complimento» mi spiega al telefono l'anglista Franco Buffoni, che da anni si dedica allo studio del tormentato poeta inglese. «D'altra parte la loro fu tutto tranne che un'unione d'amore: il matrimonio era stato combinato dalla sorellastra di Byron, Augusta Leight, con cui il poeta aveva avuto fin dall'infanzia un rapporto incestuoso, per salvaguardare la reputazione del fratello, colpevole, agli occhi dell'aristocrazia londinese dell'epoca, di non nascondere neppure le proprie pulsioni omosessuali». Tempo un anno, i due si separarono: Ada, che era nata il 10 dicembre 1815 e aveva appena cinque settimane, non vide mai più suo padre. Costretto a sfuggire alla pubblica gogna, il poeta abbandonò l'Inghilterra e la neonata, per spegnersi in Grecia otto anni dopo. Annabella, invece, lasciò la casa londinese di Piccadilly Terrace per tornare dai genitori, a Kirkby Malory, nel Leicestershire, in un'austera dimora di campagna circondata dal verde. E qui crebbe da sola la figlia.

Scienziata in erba

Lady Byron, lo abbiamo detto, era un personaggio atipico per quei tempi, e volle che Ada fosse come lei. Ne affidò quindi la formazione a Mary Somerville, astronoma e matematica scozzese che nel 1835 sarebbe diventata la prima donna a essere accolta, come membro onorario, dalla Royal Astronomical Society. Al pari di sua madre, la piccola Ada si rivelò una studentessa brillante, mostrando grande interesse per le scienze, la logica e la matematica, come dimostrò già a 12 anni, quando cominciò a lavorare al suo primo progetto: la costruzione di una macchina volante a vapore. L'intraprendente ragazzina si era messa in

testa di volare e affrontò il problema da vera scienziata: studiò gli uccelli, per capire i meccanismi del volo, e prese poi in esame vari materiali, tra cui seta, piume e carta, con cui costruire delle ali. Annotò i risultati delle sue ricerche e registrò ogni esperimento in una guida illustrata, intitolata *Flyology* (che potremmo approssimativamente tradurre in "Volologia"). «Mise da parte il progetto, che anticipò di 15 anni il carro a vapore aereo brevettato da William Henson e John Stringfellow, solo quando la madre le ricordò che stava trascurando i suoi studi. Studi che dovevano portarla sulla via della razionalità, non della fantasia» mi racconta la sua biografa, Betty Alexandra Toole, di fronte a un bicchiere di tè freddo che sorseggia con lei dall'altra parte dell'oceano, seduta a un tavolino all'aperto, lontana dalla confusione delle strade più frequentate di San Francisco. Questa donna dal sorriso aperto, laureata a Berkeley con una tesi sull'impatto dei calcolatori nell'educazione, è un'autorità in materia. Ha dedicato 33 anni della sua esistenza ad Ada e ne ha studiato la vita e il lavoro, pubblicando numerosi articoli e due libri. «Quello che desideravo era scoprire la verità, dopo che nel 1985 una biografia pubblicata dal MIT l'aveva dipinta come un pessimo matematico, un'adultera, un'alcolizzata e un'oppiomane. Così cercai e lessi le sue lettere. Scoprii allora che Ada usava un linguaggio poetico per descrivere i suoi lavori, e questo po-

teva apparire inadeguato per un matematico». E dire che l'obiettivo di sua madre Annabella era sempre stato, secondo diversi storici, soprattutto uno: tenere lontana la figlia dalla letteratura e sopprimere la sua immaginazione, "un'eredità dannosa e potenzialmente distruttiva dei Byron". Nella sua mente, il miglior antidoto contro la poesia era lo studio ravvicinato delle scienze. E fu infatti con malcelata soddisfazione che all'ex marito, che le chiedeva notizie della figlia, rispose: "Non è priva di immaginazione, ma la esercita in modo molto personale, in relazione al suo ingegno meccanico".

In realtà Ada aveva preso molto anche dal padre, e lo dimostrò quando dichiarò di aspirare a quella che considerava una "scienza poetica". Come avrebbe scritto in una lettera datata 5 gennaio 1841, "l'immaginazione è anche la facoltà di combinare", cioè "di trovare punti in comune tra soggetti che non hanno connessione apparente", ma "preminentemente è la facoltà della scoperta. È ciò che penetra nei mondi invisibili intorno a noi, i mondi della Scienza". Per la sua mente analitica, infatti, tutto ciò che la circondava era fatto di numeri e matematica: dal movimento delle foglie ai cerchi nell'acqua quando gettava un sasso in una pozzanghera. E proprio questa sua non comune capacità intuitiva la portò, a metà degli anni Trenta del XIX secolo, a entusiasarsi per le bizzarre ricerche di un matematico di Cambridge: Charles Babbage.

La nascita di un sodalizio

Lo studioso era impegnato da anni nella progettazione di una "macchina differenziale", un congegno incredibilmente avanzato per l'epoca. Come gli era venuto in mente di progettare quella specie di enor-

**A 12 ANNI INIZIÒ
A LAVORARE
AL SUO PRIMO
PROGETTO: UNA
MACCHINA VOLANTE
A VAPORE**

3

me calcolatrice meccanica? Scontrandosi con gli errori di cui erano disseminate le tavole numeriche (logaritmiche e trigonometriche) compilate fin dal Seicento per velocizzare varie operazioni di calcolo. Questi lunghissimi elenchi di numeri erano elaborati a mano, da annoiati e stanchi "calcolatori umani": si stima che, su 40 libri, si potessero contare fino a 3.700 errori. E persino le correzioni ne contenevano, dovuti a ulteriori calcoli sbagliati o a refusi. Babbage, che come ogni matematico dell'epoca aveva constatato di persona i danni di quelle disattenzioni, pensò di trovare un modo per ottenere tavole impeccabili: farle elaborare da una macchina. Già, ma come? Dato che logaritmi e funzioni trigonometriche possono essere approssimati per mezzo di polinomi (espressioni composte da costanti e variabili combinate fra loro attraverso somme e prodotti), avrebbe creato tabelle di numeri con il "metodo delle differenze finite", una procedura matematica che consente a sua volta di calcolare i valori di un polinomio impiegando solo l'addizione (la moltiplicazione e la divisione sono operazioni notevolmente più difficili da automatizzare).

Il governo britannico, ben conscio dell'importanza di avere a disposizione tabelle di calcolo perfette, decise di finanziare Babbage: ci credette a tal punto che arrivò a investire nel progetto un totale di 17.000 sterline (l'equivalente attuale di 2 milioni di euro), una cifra 20 volte maggiore di quella necessaria a costruire una locomotiva a vapore. I frutti tanto attesi, però, non giunsero mai a maturazione.

A partire dal 1822 Babbage studiò diversi tipi di macchinari, ma solo dopo dieci anni riuscì a completare un piccolo prototipo funzionante, quel modellino che Ada si trovò davanti agli occhi nel giugno del 1833,

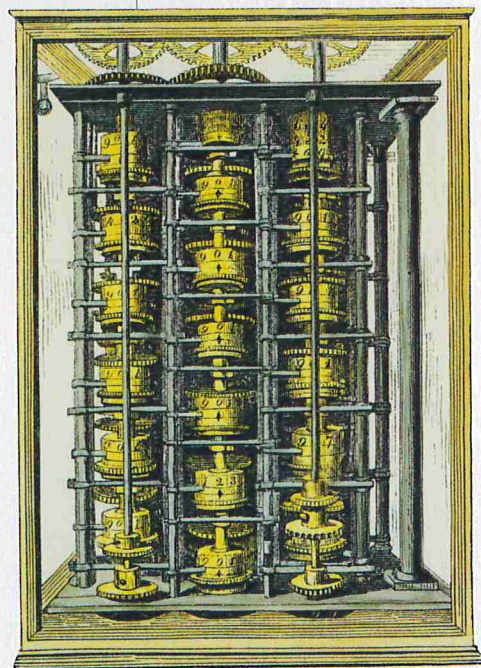
sono le tonnellate di peso che avrebbe avuto la "macchina differenziale", che però non fu mai completata

pochi giorni dopo aver conosciuto il maturo Charles a un ricevimento. All'epoca la piccola nerd si era trasformata in un'attraente giovane donna di 17 anni che frequentava l'alta società londinese, come si confaceva a un'aristocratica di quell'età. Il suo interesse prevalente, però, non era mutato: per questo, durante quella festa, rimase molto colpita dagli infervorati discorsi dello scontroso matematico 41enne. Babbage parlava di una macchina che, grazie a torri di ingranaggi, prometteva di fare operazioni semplicemente girando una manovella.

Pezzo da museo

Percorro la Exhibition Road, la via londinese dei musei, e mi fermo di fronte al London Science Museum: è al piano terra di questo edificio che oggi sono esposte una parte della macchina differenziale di Babbage e una sua ricostruzione completa, perfettamente funzionante, assemblata nel 1991 secondo i progetti originali

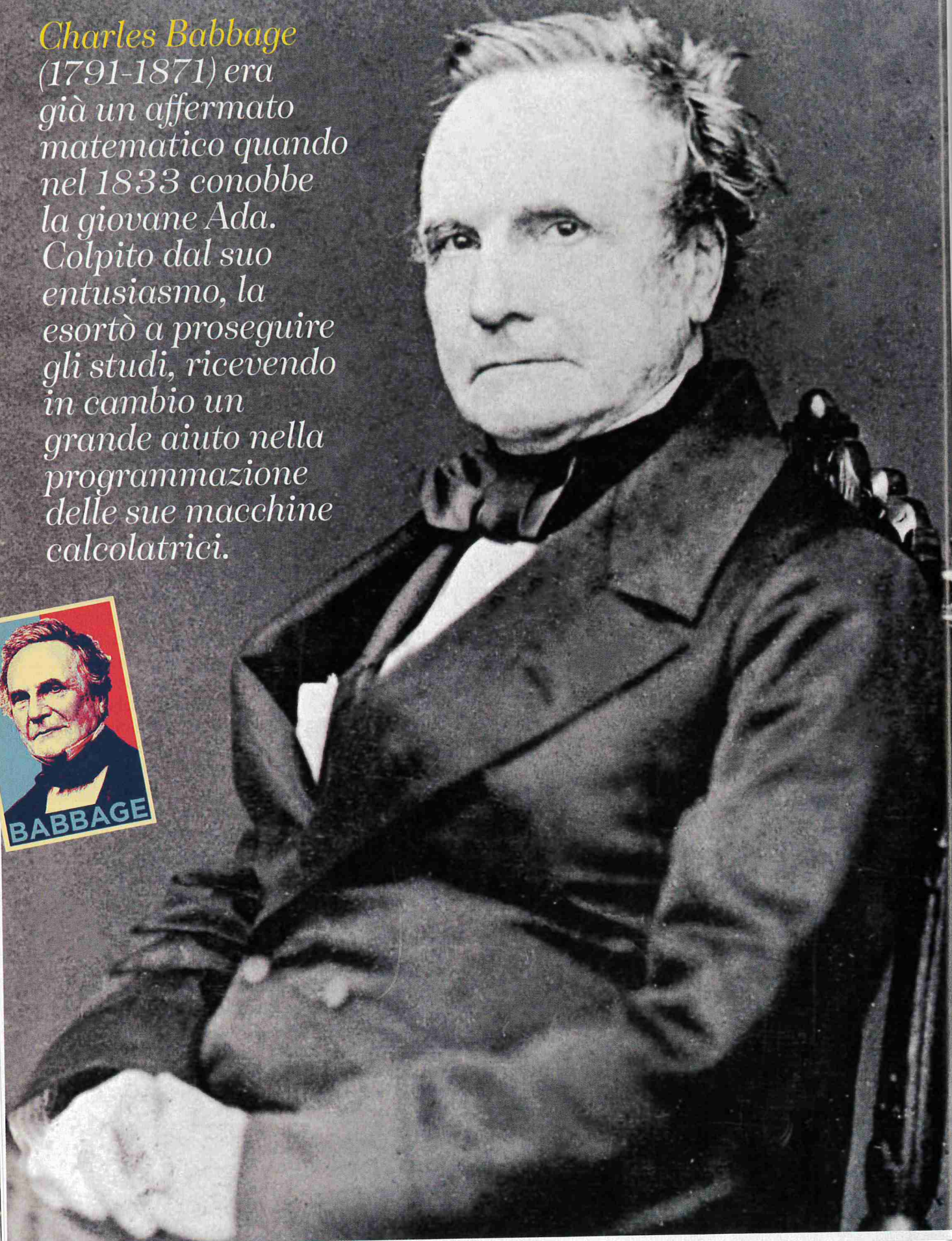
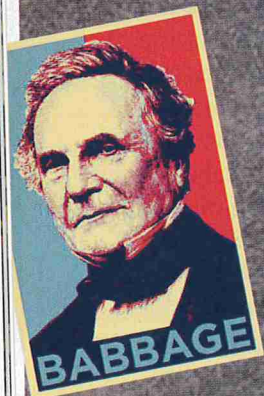
Un'illustrazione a colori del prototipo di "macchina differenziale" presentato nel 1833 dal matematico inglese Charles Babbage.



e gli standard tecnologici del XIX secolo. I suoi ingranaggi ricordano l'interno di un orologio: un orologio enorme, composto da 25.000 pezzi e con un peso di 3 tonnellate. La macchina differenziale in vetrina è alta circa 2 metri e mezzo, larga 2 e profonda la metà. Una guida dai capelli rossi me ne mostra il funzionamento: «Girando la manovella si mettono in funzione 14 paia di camme, che servono a sincronizzare il movimento dell'intero meccanismo. Sono infatti collegate mediante bracci e cremagliere a 8 colonne di ingranaggi, ognuna contenente 31 ruote numerate». Il meccanismo viene preimpostato fissando su queste ruote i numeri del calcolo: nella prima colonna il valore di partenza del polinomio, nella seconda quello della sua derivata prima, nella terza quello della derivata seconda e così via. Il risultato del calcolo è contenuto nell'ultima colonna, collegata a una macchina che, a ogni giro di manovella, stampa un valore a 30 cifre del polinomio sommando i valori delle colonne. →

Charles Babbage

(1791-1871) era già un affermato matematico quando nel 1833 conobbe la giovane Ada. Colpito dal suo entusiasmo, la esortò a proseguire gli studi, ricevendo in cambio un grande aiuto nella programmazione delle sue macchine calcolatrici.



1.000

sono i numeri (di 40 cifre) che il secondo enorme calcolatore progettato da Babbage avrebbe potuto memorizzare

→ Si trattava di un marchingegno straordinario, se pensiamo che all'epoca dovevano ancora nascere il telegrafo (1837), la prima macchina da cucire (1844) e le prime fotografie a colori (1891). Così, qualche giorno dopo la festa, lady Byron e sua figlia si presentarono, su invito dell'inventore, al n° 1 di Dorset Street, per assistere a una dimostrazione di quella che, una volta vista in funzione, Annabella non esitò a definire "una macchina pensante". E Ada? Al pari della madre, rimase fortemente impressionata. Ancora non lo sapeva, ma la macchina differenziale le avrebbe cambiato la vita, dando il via a una lunga amicizia e a un proficuo rapporto di lavoro con Babbage. L'uomo, che all'inizio aveva sottovalutato quella ragazzina curiosa, col rafforzarsi del loro legame epistolare cominciò a ricredersi e ad aprirsi maggiormente, discutendo con lei dei suoi progetti in continua evoluzione. Di più: spronò Ada ad assecondare la sua evidente predisposizione per i numeri e a mettere a frutto le proprie potenzialità. Per quei tempi, non era affatto facile: la maschilista società vittoriana, che già disapprovava le professioni scientifiche, troppo simili a quelle del "vile meccanico", era ancora più ostile nei confronti delle signore che tentavano di superare i confini intellettuali, culturali e sociali loro imposti. Ma, esattamente come chi l'aveva messa al mondo, Ada era un'anticonformista, troppo intelligente, indipendente e ambiziosa per lasciare che le convenzioni e il divieto per il gentil sesso di frequentare l'università potessero rallentarla. Dopo essersi sposata a vent'anni con il devoto e accomodante William King, futuro conte di Lovelace, e aver messo al mondo tre

figli, nel 1841 decise di riprendere più seriamente i suoi studi di matematica. "Se Ada fosse stata un uomo, avrebbe avuto il potenziale per diventare un ricercatore matematico di prim'ordine" confessò candidamente a lady Byron il suo nuovo insegnante, Augustus De Morgan, noto professore della University of London, nonché amico di Babbage. Come molti altri uomini dell'epoca, De Morgan riteneva che "l'enorme tensione mentale di cui [i problemi di matematica] hanno bisogno [per essere risolti] va oltre la forza fisica che una donna può sopportare". Eppure considerava Ada un caso particolare. "Credo di possedere una combinazione molto singolare di qualità perfettamente adatte a fare di me una scopritrice delle realtà nascoste della Natura" scrisse la giovane donna, entusiasta, a sua madre. E, in capo a due anni, lo avrebbe dimostrato.

Una nuova macchina

Fin dal 1834 Babbage aveva cominciato a lavorare al progetto di un nuovo calcolatore, capace di eseguire ogni genere di operazioni e non solo le somme. Per funzionare, la cosiddetta "macchina analitica" (lunga, sulla carta, più di 30 metri, per 10 di profondità) sfruttava delle schede perforate, cioè un supporto su cui le informazioni necessarie venivano registrate mediante fori disposti secondo un codice. Il sistema era lo stesso che, a partire dal 1801, Joseph Jacquard aveva impiegato sui suoi telai automatici perché riproducessero sulla stoffa un predefinito motivo ornamentale. Solo che la nuova macchina di Babbage non doveva produrre panni a fiori, ma risultati algebrici, eseguendo operazioni ricorrenti. Per

farlo aveva bisogno di una scheda per ogni operazione (le cosiddette *operation cards*) unite insieme in sequenza su un unico nastro. Un secondo nastro di schede perforate (le *variable cards*) avrebbe contenuto invece i dati. La macchina sarebbe inoltre stata in grado di perforare altre schede per memorizzare fino a 1.000 numeri di 40 cifre, in attesa del loro turno di elaborazione. Così "alimentato", il bestione (azionato non più a manovella ma da un motore a vapore) avrebbe calcolato i numeri con il suo processore aritmetico, mentre una "unità di controllo" ne avrebbe verificato la correttezza. Insomma, sarebbe stato il primo computer meccanico al mondo. Ma - per chi se lo stesse chiedendo - no, neppure stavolta Babbage poté vedere realizzato il suo progetto. Il governo britannico aveva ormai stretto i cordoni della borsa e il matematico fu costretto a cercare appoggi e protezione all'estero. Per questo nel settembre del 1840 lo troviamo a Torino, al Secondo congresso degli scienziati italiani. In mezzo al pubblico, ad ascoltarlo, c'era anche l'ingegnere Luigi Menabrea: "Mi legai particolarmente a Charles Babbage, venuto in Italia per parlare della sua macchina analitica [...]. Si era accollato un problema difficile da risolvere, perché non si trattava più d'una macchina aritmetica per fare i soliti conti; egli stesso ne aveva già costruita una (la macchina differenziale, ndr) e con essa aveva calcolato le tavole logaritmiche poi pubblicate. Ora si proponeva invece di fare dei calcoli analitici o algebrici e, data una formula analitica, di trasformarla, svilupparla e poi di calcolarla introducendovi i numeri per ricavarne i risultati numerici. La macchina doveva fare tutte queste operazioni, tenendo conto di tutti gli elementi, [...], cosa particolarmente difficile" scrisse di quell'incontro Mena- →

**ERA UNA DONNA
TROPPO INTELLIGENTE, INDIPENDENTE
E AMBIZIOSA PER PIEGARSI ALLE CONVENZIONI DELL'EPOCA**



La riscoperta di Ada

Babbage non riuscì mai a costruire la sua macchina analitica e Ada Lovelace non poté mai testare il suo programma. Così, per oltre 100 anni dopo la sua morte, nessuno si ricordò di lei, se non come dell'unica figlia legittima di lord Byron. Il suo contributo scientifico rimase sottovalutato fino a quando il "padre dell'informatica" Alan Turing non riscoprì le sue note nel 1936. Pare che il matematico britannico si sia ispirato proprio alle idee di Ada nel teorizzare l'intelligenza artificiale.

Omaggio postumo. Il più grande tributo al lavoro della Lovelace arrivò però negli Anni 80, quando il Dipartimento della Difesa statunitense incaricò un gruppo di informatici di creare un nuovo linguaggio di programmazione: serviva un ponte tra le decine di linguaggi usati fino ad allora per programmare i calcolatori elettronici impiegati a scopo militare. Il team portò DOD-1 (Department of Defence 1), presto ribattezzato col nome della prima programmatrice della Storia: "Ada".

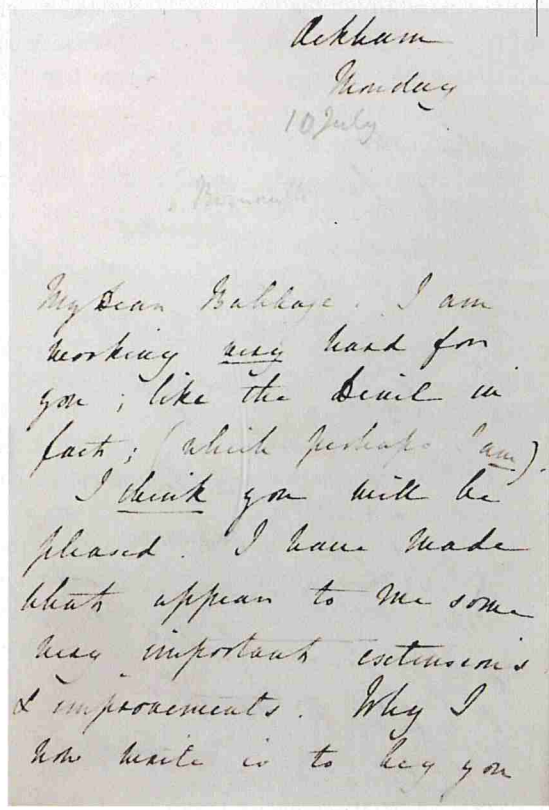
Dal 2009, poi, il secondo martedì di ottobre si festeggia in tutto il mondo l'Ada Lovelace Day, per celebrare i risultati conseguiti dalle donne nel campo della scienza, della tecnologia, dell'ingegneria e della matematica.

Diagram for the computation by the Engine of the Numbers of Bernoulli. See Note G. (page 44 et seq.)

Number of Operation.	Nature of Operation.	Variables acted upon.	Variables receiving results.	Indication of change in the value on any Variable.	Statement of Results.	Data.		Working Variables.												Result.					
						v_1	v_2	v_3	v_4	v_5	v_6	v_7	v_8	v_9	v_{10}	v_{11}	v_{12}	v_{13}	v_{14}		v_{15}				
1	$\times v_1 \times v_1$	v_1	v_2	$v_2 = v_1$	$2n$	2	n	2n	2n	2n															
2	$-v_2 - v_1$	v_2	v_3	$v_3 = v_2 - v_1$	$2n-1$	1		2n-1																	
3	$+v_3 + v_1$	v_3	v_4	$v_4 = v_3 + v_1$	$2n-1$	1																			
4	$+v_4 + v_2$	v_4	v_5	$v_5 = v_4 + v_2$	$2n-1$			0																	
5	$+v_5 + v_2$	v_5	v_6	$v_6 = v_5 + v_2$	$2n-1$	2																			
6	$-v_6 - v_2$	v_6	v_7	$v_7 = v_6 - v_2$	$2n-1$																				
7	$-v_7 - v_1$	v_7	v_8	$v_8 = v_7 - v_1$	$n-1$	1																			
8	$+v_8 + v_2$	v_8	v_9	$v_9 = v_8 + v_2$	$2n-2$	2																			
9	$+v_9 + v_2$	v_9	v_{10}	$v_{10} = v_9 + v_2$	$2n-2$																				
10	$\times v_{10} \times v_{10}$	v_{10}	v_{11}	$v_{11} = v_{10} \times v_{10}$	$2n-2$																				
11	$+v_{11} + v_{10}$	v_{11}	v_{12}	$v_{12} = v_{11} + v_{10}$	$2n-2$																				
12	$-v_{12} - v_1$	v_{12}	v_{13}	$v_{13} = v_{12} - v_1$	$n-2$	1																			
13	$-v_{13} - v_1$	v_{13}	v_{14}	$v_{14} = v_{13} - v_1$	$2n-1$	1																			
14	$+v_{14} + v_2$	v_{14}	v_{15}	$v_{15} = v_{14} + v_2$	$2n-1$	1																			
15	$+v_{15} + v_2$	v_{15}	v_{16}	$v_{16} = v_{15} + v_2$	$2n-1$																				
16	$\times v_{16} \times v_{16}$	v_{16}	v_{17}	$v_{17} = v_{16} \times v_{16}$	$2n-1$																				
17	$-v_{17} - v_1$	v_{17}	v_{18}	$v_{18} = v_{17} - v_1$	$2n-2$	1																			
18	$+v_{18} + v_2$	v_{18}	v_{19}	$v_{19} = v_{18} + v_2$	$2n-2$																				
19	$+v_{19} + v_2$	v_{19}	v_{20}	$v_{20} = v_{19} + v_2$	$2n-2$	4																			
20	$\times v_{20} \times v_{20}$	v_{20}	v_{21}	$v_{21} = v_{20} \times v_{20}$	$2n-2$																				
21	$\times v_{21} \times v_{21}$	v_{21}	v_{22}	$v_{22} = v_{21} \times v_{21}$	$2n-2$																				
22	$+v_{22} + v_2$	v_{22}	v_{23}	$v_{23} = v_{22} + v_2$	$2n-2$																				
23	$-v_{23} - v_1$	v_{23}	v_{24}	$v_{24} = v_{23} - v_1$	$n-3$	1																			

Il diagramma per il calcolo dell'8° numero di Bernoulli accluso da Ada all'articolo del 1843 che spiegava il funzionamento della macchina analitica di Babbage.

Una delle entusiastiche lettere indirizzate a Babbage con cui Ada lo aggiornava sui risultati dei suoi studi sull'algoritmo di calcolo dei numeri di Bernoulli.



→ brea. Che si offrì di redigere una descrizione della macchina analitica, fino ad allora inesistente. Il matematico britannico accettò. L'articolo uscì due anni dopo, in francese (*Notions sur la machine analytique de Charles Babbage*), su una rivista svizzera: la *Bibliothèque Universelle de Genève*. Non era certo la pubblicità sperata, ma fu allora che entrò in scena Ada. Lei, che conosceva benissimo il francese e ogni aspetto della creatura di Babbage, si propose come traduttrice. Non solo: allo scritto di Menabrea aggiunse anche alcune sue note. Il nuovo testo, quasi tre volte più lungo dell'originale, vide la luce sulla rivista britannica *Taylor's Scientific Memoir* nell'agosto del 1843. Era firmato semplicemente A.A.L. (le iniziali di Augusta Ada Lovelace) per nascondere il sesso dell'autrice.

36

sono gli anni vissuti da Ada Lovelace, uccisa nel 1852 da un cancro all'utero che le procurò tremendi dolori

Complice la destrezza con carta e penna ereditata dal padre, Ada riuscì davvero a descrivere nel modo più chiaro possibile il funzionamento della macchina, "penetrando appieno quasi tutte le questioni più difficili e astratte" - come ebbe ad ammettere più tardi Babbage - "meglio di quanto avrei saputo fare io stesso". Non solo. Quella traduzione, ma soprattutto le sue note, ottenute a prezzo di mesi di durissimo lavoro, contenevano un assaggio di futuro: una serie completa di istruzioni che la macchina analitica poteva utilizzare per raggiungere risultati che sarebbero stati troppo lunghi o complicati da calcolare per un uomo. In poche parole, il primo programma informatico della Storia.

Programmatrice senza computer

Ada si era dedicata anima e corpo all'impresa. "Voglio inserire nelle mie note qualcosa sui numeri di Bernoulli, come esempio di come la macchina possa processare una funzione implicita senza che sia stata prima elaborata dalla testa e dalle mani di un uomo" scrisse a Babbage. Ne era venuta fuori la famosa Nota G, in cui la geniale matematica aveva descritto minuziosamente l'algoritmo che, passo dopo passo, avrebbe permesso alla macchina analitica di calcolare i "numeri di Bernoulli", una successione di numeri razionali definiti quasi un secolo e mezzo prima dal matematico svizzero Jakob Bernoulli attraverso una formula polinomiale che permetteva di ottenere rapidamente la somma delle potenze n -esime dei primi m numeri naturali. Nell'opera *Ars conjectandi*, pubblicata postuma nel 1713, Bernoulli si era vantato di aver ricavato i primi 10 di questi numeri in un quarto d'ora, potendo così risparmiare anni nel calcolo delle somme fino alla decima potenza. Con l'algoritmo creato da

Ada, la macchina analitica avrebbe impiegato appena un minuto a ricavare fino al 50° numero di Bernoulli!

In che modo la contessa di Lovelace c'era riuscita? Rielaborando la formula già proposta da Bernoulli e riducendo la costruzione dei numeri in questione a iterazioni successive - un *loop*, in termini informatici moderni - di espressioni aritmetiche, che la macchina analitica era in grado di calcolare. Ed è questo il motivo per cui oggi Ada viene considerata la fondatrice della scienza della programmazione, almeno nei suoi aspetti teorici: per lei, infatti, non contavano tanto i numeri di Bernoulli, quanto la possibilità di dimostrare che una sola macchina poteva davvero essere applicata a molteplici scopi, grazie alle istruzioni che le venivano fornite. O, come recita la parte iniziale della Nota G, "la macchina analitica non ha alcuna pretesa di originare qualunque cosa. Può fare tutto ciò che noi sappiamo ordinarle di fare". E questo, secondo Ada, non valeva solo con i numeri. Andando oltre le famose tavole perfette per cui Babbage aveva progettato i calcolatori, la sua mente intuitiva riuscì a vedere il domani: se, seguendo delle istruzioni, quelle macchine potevano manipolare i numeri, allora sarebbero state capaci anche di manipolare i simboli da questi rappresentati, come note musicali o lettere dell'alfabeto. "Supponendo, per esempio, che le relazioni fondamentali dei suoi, accordati nella scienza dell'armonia e

della composizione musicale, siano suscettibili di tale espressione e adattamenti, la macchina potrebbe comporre brani musicali elaborati e scientifici di qualsiasi grado di complessità o estensione" scriveva. Era riuscita, con incredibile anticipo sui tempi, a immaginare il comportamento dei nostri moderni computer, cioè a intravedere l'idea pionieristica del calcolatore universale: una nozione che oggi appare ovvia, ma che tale non poteva essere allora.

Votata alla causa

Babbage espresse tutta la sua ammirazione per la promettente matematica definendola una "incantatrice di numeri". Da parte sua, "l'alta sacerdotessa della macchina di Babbage", come spiritosamente preferiva chiamarsi lei, già sognava un futuro brillante, in cui "molte centinaia e migliaia di tali formule", cioè di algoritmi, "verranno fuori dalla mia penna, in un modo o nell'altro". Ma se l'ambizione della donna era forte, lo stesso non si poteva dire del suo corpo. Fin da bambina Ada era stata colpita da malattie più o meno gravi e aveva passato interminabili periodi a letto. Anche negli ultimi anni della sua vita fu a lungo malata, finché un cancro all'utero non la uccise fra atroci dolori. "Dicevano che non era possibile sopravvivesse a lungo, ma lei rimaneva in vita grazie alla tremenda vitalità del suo cervello" commentò dopo la sua morte l'amica Florence Nightingale, destinata anch'essa a diventare celebre come fondatrice della moderna assistenza infermieristica. Quando alla fine se ne andò, il 27 novembre 1852, Ada aveva solo 36 anni. Proprio come suo padre, accanto al quale, contro il desiderio materno, volle essere sepolta, nella tomba di famiglia dei Byron a Hucknall, nel Nottinghamshire. Poesia e matematica insieme, per sempre. ■

**CON INCREDIBILE
ANTICIPO
SUI TEMPI AVEVA
IMMAGINATO IL FUNZIONAMENTO
DEI MODERNI**

COMPUTER