



Il Colle di
Galileo

Intervista impossibile a Joan Feynman (1927-2020)

Joan Feynman: da sorella di Richard a scienziata delle aurore

Impossible interview with Joan Feynman (1927-2020)

Joan Feynman: from Richard's sister to aurora scientist

Franco Bagnoli, Alessio Coppola

Dipartimento di Fisica e Astronomia, Università di Firenze

Riassunto. Viene presentata un'intervista immaginaria a Joan Feynman, sorella del fisico Richard Feynman, illustrando il suo rapporto con il fratello, la sua carriera di scienziata e i suoi contributi scientifici, in particolare quelli sull'aurora polare.

Parole chiave: Richard Feynman, aurora polare, relazione Sole-Terra, cambiamento climatico.

Personaggi: I: Intervistatore, J: Joan Feynman

I: Buongiorno signora Feynman.

J: Buongiorno.

I: Joan Feynman (Fig. 1). Prima donna ad essere eletta funzionario nell'Unione Geofisica Americana. Nel 2000 la NASA le conferì la 'Exceptional Achievement Medal' per "i suoi contributi pionieristici nello studio delle cause solari delle perturbazioni geomagnetiche e climatiche". E, non per ultimo, sorella di Richard Feynman, uno dei più famosi fisici del Novecento. Da dove vuole iniziare?

Abstract. An imaginary interview with Joan Feynman, sister of physicist Richard Feynman, is presented, showing her relationship with her brother, her career as a scientist and her scientific contributions, in particular those on the polar aurora.

Keywords: Richard Feynman, polar aurora, Sun-Earth relationship, climate change.

Characters: I: Interviewer, J: Joan Feynman

I: Good morning, Mrs. Feynman.

J: Good morning.

I: Joan Feynman (Fig. 1). First woman to be officially elected member of the American Geophysical Union. In 2000, NASA awarded you the Exceptional Achievement Medal for "your pioneering contributions to the study of solar causes of geomagnetic and climate perturbations". And, last but not least, sister of Richard Feynman, one of the most famous physicists of the twentieth century. Where would you like to start?



Figura 1. Joan Feynman nel 2015. Da https://it.wikipedia.org/wiki/Joan_Feynman.
Figure 1. Joan Feynman in 2015. From https://it.wikipedia.org/wiki/Joan_Feynman.

J: Well, with my family. I grew up in the Far Rockaway neighborhood of Queens, New York. My parents were Jews, from Russia and Poland. My father was a businessman and my mother a housewife.

Q: What was it like for your family to have a scientist in the house, besides your brother?

J: My mother didn't approve of my choice. As a young woman she had been an activist for women's suffrage. However, when I told her at the age of eight that I was going to be a scientist, she said: "*Women's brains are not made for science.*" At that age I believed her and doubted my abilities.

I: Didn't your brother Richard believe in you either? (Fig. 2)

J: Yes, he did... It was Richard that got me hooked on science. He was my first teacher.

I: In what way?

J: When I was three years old, he taught me to add up numbers. For example, he would say '1' and '3' and I would memorize '1+3=4'. When I guessed, he would let me pull his hair as a reprimand. Or he would make me repeat that the sum of squares built on cathetus is equal to the square of the hypotenuse. I had no idea what it meant, but he recited those words like a poem and I loved imitating him.

I: Did you participate in any of his experiments?

J: When I was five years old, Richard, who was fourteen at the time, hired me as his assistant in the small electronics lab set up in his bedroom. It was my first paid job... Four cents a week. My job was to activate certain switches on command, climbing on a box to reach them.

J: Beh, inizierei dalla mia famiglia. Sono cresciuta nel quartiere Far Rockaway del Queens a New York. I miei genitori erano ebrei e venivano dalla Russia e dalla Polonia. Mio padre era un uomo d'affari e mia madre una casalinga.

I: Come fu per la sua famiglia avere una scienziata in casa, oltre a suo fratello?

J: Mia madre non approvò la mia scelta. Da giovane era stata un'attivista per il suffragio femminile. Nonostante ciò, quando a otto anni le annunciavi che sarei diventata una scienziata, disse: *"Il cervello delle donne non è fatto per la scienza"*. A quell'età le credetti e dubitai delle mie capacità.

I: Anche suo fratello Richard non credeva in lei? (Fig. 2)

J: No, anzi... Richard mi fece appassionare alla scienza. Fu il mio primo insegnante.

I: In che modo?

J: Quando avevo tre anni mi insegnò a sommare i numeri. Mi diceva per esempio '1' e '3' e io memorizzavo '1+3=4'. Quando indovinavo potevo tirargli i capelli come premio. Oppure mi faceva ripetere che la somma dei quadrati costruiti sui cateti è uguale al quadrato dell'ipotenusa. Io non avevo idea di cosa significasse, ma lui recitava quelle parole come una poesia e io lo imitavo con piacere.

I: Partecipò a qualche suo esperimento?

J: Quando avevo cinque anni, Richard, che ne aveva quattordici, mi assunse come sua assistente nel piccolo laboratorio di elettronica allestito in camera da letto. Fu il mio primo lavoro retribuito... quattro centesimi a settimana. Il mio compito era attivare determinati interruttori a comando, arrampicandomi su una scatola.

I: Sua madre si ricredette, vedendo che lei imparava tante cose?



Figura 2. Richard e Joan Feynman da bambini. Da <https://edu.inaf.it/approfondimenti/personaggi/joan-feynman-e-le-aurore-polari/>.

Figure 2. Richard and Joan Feynman as children. From <https://edu.inaf.it/approfondimenti/personaggi/joan-feynman-e-le-aurore-polari/>.

J: No. Quando imparavo qualcosa, mia madre si stupiva delle abilità didattiche di Richard, non delle mie nell'imparare.

I: Come capì di voler diventare una scienziata?

J: Ci furono due episodi fondamentali per me.

I: Ce li vuole raccontare?

J: Il primo avvenne al mio quattordicesimo compleanno. Mio fratello mi regalò un libro di astronomia dell'Università. Mi disse di iniziare a leggerlo finché non lo avessi capito più. Poi ricominciare daccapo finché non lo capivo più. Finché alla fine avrei capito l'intero libro. Andai avanti così per mesi. Quando arrivai a pagina 407, vidi un grafico che cambiò la mia vita. Era l'illustrazione dello spettro di una stella, tratto da un lavoro di Cecilia Payne-Gaposchkin. Fu un'epifania! Se una donna, come Payne-Gaposchkin, era riuscita a mettere i suoi lavori in un libro, allora le donne potevano davvero fare scienza! Da quel momento non ebbi più dubbi.

I: E il secondo episodio?

J: Avevo cinque o sei anni. Una notte Richard mi trascinò fuori dal letto, mi portò in un campo da golf vicino casa e mi mostrò uno spettacolo raro alle nostre latitudini: l'aurora boreale. Ricordo ancora il cielo inondato di luci rosse, verdi e dorate. *“Nessuno sa da cosa sia provocata”* mi spiegò Richard.

I: Da lì nacque il suo interesse per l'aurora polare?

J: Sì. Io e Richard stringemmo un 'patto'. Gli dissi: *“Che ne dici di dividere la natura in due ambiti di interesse? Io studierò le aurore polari, mentre tu, Richard, studierai tutto il resto”*.

Q: Did your mother change her mind, seeing that you learned so many things?

J: No. When I learned something, my mother was amazed by Richard's teaching skills, not by my own in learning.

I: How did you know you wanted to be a scientist?

J: There were two fundamental episodes for me.

I: Would you like to tell us about them?

J: The first was on my fourteenth birthday. My brother gave me an astronomy book from the University. He told me to start reading it until I got to the point where I couldn't understand it. Then to start over until I got to the point where I didn't understand it. And then again and again until I finally understood the whole book. I went on like this for months. When I got to page 407, I saw a graph that changed my life. It was an illustration of the spectrum of a star, taken from a work by Cecilia Payne-Gaposchkin. It was an epiphany! If a woman like Payne-Gaposchkin had managed to get her work published in a book, then women really could do science! From then on, I had no more doubts.

I: And the second episode?

J: I was five or six years old. One night Richard dragged me out of bed, took me to a golf course near my home and showed me a rare sight at our latitude: the Northern Lights. I still remember the sky flooded with red, green and golden lights. *“No one knows what causes it,”* Richard explained.

I: That was where your interest in the polar aurora came from?

I: Suo fratello mantenne il patto?

J: Eccome... Una volta, negli anni '80, gli fu proposto un lavoro sulle aurore. Prima di dare una risposta, tornò a casa e mi chiese il permesso. Io naturalmente rifiutai. Un patto è un patto.

I: Come arrivò lei a studiare le aurore?

J: Beh... la strada non fu facile. Studiai fisica dello stato solido alla Syracuse University. Qui un professore mi consigliò di scegliere le ragnatele come argomento di tesi di laurea perché, in quanto donna, le avrei incontrate nelle pulizie domestiche.

I: Un ambiente pieno di pregiudizi...

J: Comunque nel 1958 ottenni il dottorato in Fisica.

I: Poi continuò a fare ricerca?

J: All'inizio no. A quel tempo ero sposata col mio collega Richard Hirshberg e avevo due bambini. Il preside della Columbia University mi disse che il lavoro migliore per una donna era fare la madre. Per un paio di anni mi dedicai alla vita casalinga. Fu un periodo frustrante.

I: Come superò quel momento?

J: Con l'aiuto di uno psichiatra e di Richard, naturalmente. In una lettera mio fratello mi scrisse: "*Se anche non arriverai in cima, alla fine sarai comunque una scienziata migliore che se non ci avessi mai provato*". Ripresi in mano la mia vita e trovai lavoro al Lamont Observatory. Lì cominciai a occuparmi delle aurore.

I: Cosa ci può dire su questo fenomeno?

J: Le aurore polari (Fig. 3) erano studiate già da tempo. Il fisico norvegese Kristian Birkeland, tra il XIX e il XX secolo, spiegò che un flusso di radiazione pro-

J: Yes. Richard and I made a pact. I said, "*How about we divide nature into two areas of interest? I'm going to study the polar auroras, while you, Richard, will study everything else.*"

I: Did your brother keep to the pact?

J: Yes... Once, in the 80s, he was offered a work on auroras. Before giving his answer, he came home and asked my permission. Of course, I refused. A pact is a pact.

I: How did you come to study auroras?

J: Well... The road wasn't easy. I studied solid-state physics at Syracuse University. A professor there advised me to choose cobwebs as a thesis topic because, as a woman, I would have encountered them in household cleaning.

I: An environment full of prejudice...

J: Yet in 1958 I got my PhD in Physics.

I: Then you continued to do research?

J: Not at first. At that time I was married to my colleague Richard Hirshberg and had two children. The principal of Columbia University told me that the best job for a woman was to be a mother. For a couple of years, I devoted myself to being a housewife. It was a frustrating time.

I: How did you get through it?

J: With the help of a psychiatrist and Richard, of course. In a letter to me, my brother wrote: "*Even if you don't make it to the top, in the end you'll still be a better scientist than if you never tried.*" I took back my life and got a job at Lamont Observatory. It was there that I began dealing with auroras.



Figura 3. Aurora boreale sul Bear Lake (Lago degli Orsi) in Alaska. Da https://it.wikipedia.org/wiki/Aurora_polare.

Figure 3. Aurora borealis over Bear Lake in Alaska. From https://it.wikipedia.org/wiki/Aurora_polare.

I: What can you tell us about this phenomenon?

J: The polar auroras (Fig. 3) had already been studied for some time. Between the nineteenth and twentieth centuries, Norwegian physicist Kristian Birkeland explained that a stream of radiation from the Sun, interacting with the Earth's magnetic field, allows the formation of these colored lights. But at that time not much existed in the way of measurements.

I: And that's where you came in?

J: Let's put it this way... I was at the Jet Propulsion Laboratory in California in 1985. I was analyzing data collected by Explorer 33, a NASA spacecraft launched in the '60s. From the analysis of those measurements, I demonstrated the link between geomagnetic activity, such as auroras, and the speed of particles from the Sun, which form the solar wind. The brightest auroras occurred during the most intense periods of solar activity. This confirmed that auroras are caused by the Sun.

I: How are all those colors created?

J: The interaction between the solar wind and the Earth's magnetic field supplies energy to atoms in the atmosphere. These then release the energy absorbed and emit different colors depending on the atom. For example, oxygen produces green light, the prevailing color in auroras.

I: Was this the only discovery about auroras?

J: No. I used auroras to study the Sun and the cycles of solar activity. Scientists knew that the Sun goes through an eleven-year cycle of high and low activity, caused by a reversal of the magnetic poles. But there seemed to be a longer cycle flowing under the shorter one, an 88-year cycle. For about half of that cycle the maxima and minima of solar activity seemed to

veniente dal Sole, interagente con il campo magnetico della Terra, permette la formazione di queste luci colorate. Però a quel tempo non c'erano molte misure a riguardo.

I: E qui entrò in gioco lei?

J: Diciamo così... Mi trovavo al Jet Propulsion Laboratory, in California, nel 1985. Stavo analizzando i dati raccolti da Explorer 33, un veicolo spaziale della NASA lanciato negli anni '60. Dall'analisi di quelle misure dimostrai il legame tra l'attività geomagnetica, come le aurore, e la velocità delle particelle provenienti dal Sole, che formano il vento solare. Le aurore più luminose si verificavano nei periodi più intensi dell'attività solare. Ciò confermò che le aurore sono causate dal Sole.

I: Come si creano tutti quei colori?

J: L'interazione tra il vento solare e il campo magnetico terrestre fornisce energia agli atomi dell'atmosfera. Questi poi rilasciano l'energia assorbita ed emettono colori diversi a seconda dell'atomo. Ad esempio, l'ossigeno produce una luce verde, il colore prevalente nelle aurore.

I: Questa fu l'unica scoperta sulle aurore?

J: No. Usai le aurore per studiare il Sole e i cicli dell'attività solare. Gli scienziati sapevano che il Sole attraversa un ciclo di undici anni di alta e bassa attività, causato da un'inversione dei poli magnetici. Ma sembrava esserci un ciclo più lungo che scorreva sotto quello più breve, un ciclo di 88 anni. Per circa la metà di quel ciclo i massimi e i minimi dell'attività solare sembravano aumentare, per la metà successiva, invece, sembravano diminuire. Ma non c'erano dati sul Sole risalenti a centinaia di anni prima; quindi, era difficile verificare l'esistenza di un ciclo di 88 anni.

increase, for the next half, however, they seemed to decrease. But there was no data on the Sun dating back hundreds of years; this made it hard to verify the existence of an 88-year cycle.

I: How did you prove it?

J: Given the link between the Sun and auroras, I used historical observations of auroras to derive solar activity at different times in the past. When the Sun was more active, the auroras were brighter and farther from the poles. I used this comparison to prove the existence of the 88-year cycle.

I: Do these researches on the Sun have possible applications?

J: Yes. For example, some of my studies have allowed the design of spacecraft that withstand geomagnetic storms caused by the solar wind.

I: And applications in everyday life?

J: The activity of the Sun affects life on Earth. A stream of charged particles from the Sun can disrupt our electrical and telecommunications systems. In 1989, an emission of solar plasma caused a 12-hour blackout throughout Quebec.

I: What did you do after you retired?

J: I studied climate change and, in particular, the influence of the Sun on a climate model known as 'Arctic Oscillation' or 'NAM' (North Annular Mode), discovering that periods of low solar activity coincided with periods of cooling in some parts of the world, as happened in the past in the so-called 'Little Ice Age'. In addition, I discovered a link between solar activity and historical changes in the level of the Rive Nile.

I: A life dedicated to science! But what is science for you?

I: Come lo dimostrò?

J: Dato il legame tra Sole e aurore, usai le osservazioni storiche di queste per ricavare l'attività solare in diversi periodi del passato. Quando il Sole era più attivo, le aurore erano più luminose e più lontane dai Poli. Da questo confronto dimostrai l'esistenza del ciclo di 88 anni.

I: Queste ricerche sul Sole hanno possibili applicazioni?

J: Sì. Per esempio, alcuni miei studi hanno permesso la progettazione di veicoli spaziali che resistano alle tempeste geomagnetiche causate dal vento solare.

I: E applicazioni nella vita quotidiana?

J: L'attività del Sole influenza la vita sulla Terra. Un flusso di particelle cariche, provenienti dal Sole, può interrompere i nostri sistemi elettrici e di telecomunicazioni. Nel 1989 un'emissione di plasma solare causò un blackout di 12 ore in tutto il Québec.

I: Cosa fece lei quando andò in pensione?

J: Studiai il cambiamento climatico, e in particolare, l'influenza del Sole su un modello climatico, detto 'Oscillazione Artica' o 'NAM' (North Annular Mode), scoprendo che periodi di bassa attività solare coincidevano con periodi di raffreddamento in alcune parti del mondo, come avvenne in passato nella cosiddetta 'piccola era glaciale'. Inoltre, scoprii un legame tra l'attività solare e i cambiamenti storici dei livelli d'acqua del Nilo.

I: Una vita dedicata alla scienza! Ma cos'è la scienza per lei?

J: La scienza è un gioco. Noti qualcosa in natura e ti chiedi "*Perché funziona così?*". Magari non lo capisci subito e ti metti a lavorare per mesi cercando una

J: Science is a game. You notice something in nature and wonder "*Why does it work like this?*". Maybe you don't understand it immediately and you start working for months, looking for an answer, collecting data and information. Eventually, maybe you discover something new and say "*Wow, it worked!*". It's a wonderful thing!

I: Thank you, Mrs. Feynman.

J: Thank you

References

- [1] Joan Feynman – Wikipedia https://en.wikipedia.org/wiki/Joan_Feynman
- [2] Charles Hirshberg, 2003, 'My Mother, the Scientist', AAS Committee on the Status of Women. <https://web.archive.org/web/20150928165845/http://www.aas.org/cswa/status/2003/JANUARY2003/MyMotherTheScientist.html>
- [3] Anna Wolter, 2020, 'Joan Feynman e le aurore polari', EduINAF. <https://edu.inaf.it/approfondimenti/personaggi/joan-feynman-e-le-aurore-polari/>
- [4] Simone Petralia, 2020, 'Joan Feynman: il patto col fratello e il mistero delle aurore polari', OggiScienza. <https://oggiscienza.it/2020/10/01/joan-feynman-patto-fratello-mistero-aurore-polari/>
- [5] Christopher Riley, 'Joan Feynman: from auroras to anthropology', Finding Ada. <https://findingada.com/shop/a-passion-for-science-stories-of-discovery-and-invention/joan-feynman-from-auroras-to-anthropology/>

risposta, raccogliendo dati e informazioni. Alla fine, magari scopri qualcosa di nuovo e dici “*Wow, ha funzionato!*”. È una cosa meravigliosa!

I: La ringrazio signora Feynman

J: Grazie a lei

Referenze

- [1] Joan Feynman – Wikipedia https://it.wikipedia.org/wiki/Joan_Feynman
- [2] Charles Hirshberg, 2003, ‘My Mother, the Scientist’, AAS Committee on the Status of Women. <https://web.archive.org/web/20150928165845/http://www.aas.org/cswa/status/2003/JANUARY2003/MyMotherTheScientist.html>
- [3] Anna Wolter, 2020, ‘Joan Feynman e le aurore polari’, EduINAF. <https://edu.inaf.it/approfondimenti/personaggi/joan-feynman-e-le-aurore-polari/>
- [4] Simone Petralia, 2020, ‘Joan Feynman: il patto col fratello e il mistero delle aurore polari’, OggiScienza. <https://oggiscienza.it/2020/10/01/joan-feynman-patto-fratello-mistero-aurore-polari/>
- [5] Christopher Riley, ‘Joan Feynman: from auroras to anthropology’, Finding Ada. <https://findingada.com/shop/a-passion-for-science-stories-of-discovery-and-invention/joan-feynman-from-auroras-to-anthropology/>
- [6] ‘Being Feynman’s Curious Sister - Joan Feynman - 5/11/2018’, Caltech, YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=fuN8UzQCRWo>
- [7] ‘How Joan Feynman Demystified Auroras | Great Minds’, SciShow Space, YouTube. https://www.youtube.com/watch?v=MPMgrH_DhDw

- [6] ‘Being Feynman’s Curious Sister - Joan Feynman - 5/11/2018’, Caltech, YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=fuN8UzQCRWo>
- [7] ‘How Joan Feynman Demystified Auroras | Great Minds’, SciShow Space, YouTube. https://www.youtube.com/watch?v=MPMgrH_DhDw
- [8] ‘Joan Feynman (Scientist)’, Web of Stories - Life Stories of Remarkable People, YouTube. <https://www.youtube.com/playlist?list=PLVV0r6CmEsFwoLHwaKDx9oORejiwdUa9S>

Franco Bagnoli is a theoretical matter physicist and works as associate professor at the Department of Physics and Astronomy of the University of Florence. He was the director of the Interdepartmental Center for the Study of Complex Dynamics (CSDC, University of Florence), and has been the national or local coordinator of various European, national and INFN projects. He studies the physics of complex systems with applications to cognitive science, evolutionary biology, population dynamics and opinion dynamics. He is also interested in teaching, disseminating (fisicax.complexworld.net) and participating in physics. He is the president of the Caffè-Scienza Association of Florence, co-author of the books in the series of the same name (Apice Libri) and co-author and speaker of the RadioMoka broadcast on NovaRadio.

Alessio Coppola obtained a master’s degree in Physical and Astrophysics Sciences from the University of Florence. Interested in scientific dissemination, he collaborates with the Planetarium of the Science and Technology Foundation ((Fondazione Scienza e Tecnica, <https://www.fondazione-scienza-e-tecnica.it/>))

[8] 'Joan Feynman (Scientist)', Web of Stories - Life Stories of Remarkable People, YouTube. <https://www.youtube.com/playlist?list=PLVV0r6CmEsFwoLHwaKDx9oOReqjwdUa9S>

Franco Bagnoli è un fisico teorico della materia e lavora come professore associato nel Dipartimento di Fisica e Astronomia dell'Università di Firenze. È stato direttore del Centro Interdipartimentale per lo Studio di Dinamiche Complesse (CSDC, Università di Firenze), ed è stato il coordinatore nazionale o locale di vari progetti europei, nazionali e dell'INFN. Studia la fisica dei sistemi complessi con applicazioni alle scienze cognitive, biologia evolutivistica, dinamica delle popolazioni e delle opinioni. Si occupa anche di didattica della fisica, divulgazione (fisicax.complexworld.net) e partecipazione. È presidente dell'Associazione Caffè-Scienza di Firenze, co-autore dei libri della omonima collana (Apice Libri) e co-conduttore della trasmissione RadioMoka su NovaRadio.

Alessio Coppola ha conseguito la laurea magistrale in Scienze fisiche e astrofisiche presso l'Università degli studi di Firenze. Interessato alla divulgazione scientifica, collabora con il Planetario della Fondazione Scienza e Tecnica (<https://www.fstfirenze.it/>), con l'Associazione Caffè-Scienza APS (<https://www.caffescienza.it/>) e con OpenLab-Centro di Servizi per l'educazione e la divulgazione scientifica dell'Università di Firenze (<https://www.openlab.unifi.it/>).

www.fstfirenze.it/), with the Caffè-Scienza APS Association (<https://www.caffescienza.it/>) and with OpenLab -Service Center for education and scientific dissemination of the University of Florence (<https://www.openlab.unifi.it/>).