

Elena Amato, Francesca Brunetti, Niccolò Bucciantini

## Vedi alla voce Franco Pacini

*See under "Franco Pacini"*

INAF Osservatorio Astrofisico di Arcetri

**Riassunto.** In occasione dei cinquanta anni dall'uscita su *Nature* dell'articolo "Energy Emission from a Neutron Star", la Biblioteca dell'Osservatorio Astrofisico di Arcetri ha terminato il lavoro di ricerca e di raccolta delle pubblicazioni di Franco Pacini ora identificabili in *Polvere di stelle: il portale dei beni culturali INAF*.

**Parole chiave.** Franco Pacini, Polvere di stelle, pulsar, Osservatorio Astrofisico di Arcetri.

Poco più di 50 anni fa, l'11 novembre del 1967, usciva su *Nature* un articolo di un giovane ricercatore italiano della Cornell University, Franco Pacini, laureatosi a Roma appena 3 anni prima, in cui si proponeva per la prima volta che la radiazione non-termica proveniente dalla Nebulosa del Granchio e l'espansione accelerata della stessa nebulosa fossero da imputare ad una continua iniezione di energia da parte di una stella di neutroni. Nonostante le stelle di neutroni fossero state teorizzate nel lontano 1932 da Lev Landau, e che già nel 1934 Walter Baade e Fritz Zwicky avessero proposto la loro possibile associazione con le esplosioni di supernova, dopo oltre 30 anni ancora restavano fra gli oggetti più elusivi dell'universo. Ancora negli anni '60 pochi credevano alla loro reale esistenza e anche tra questi pochi si dava quasi per scontato, date le loro dimensioni, che mai sarebbero state direttamente osservate.

**Abstract.** To celebrate the fiftieth anniversary of the publication in *Nature* of the article "Energy Emission of a Neutron Star", the Arcetri Astrophysical Observatory Library has completed the work of research and collection of Franco Pacini's publications, now listed in *Polvere di Stelle ("Stardust")*: INAF's cultural heritage portal.

**Keywords.** Franco Pacini, Polvere di stelle, pulsar, Arcetri Astrophysical Observatory.

A little over 50 years ago, on the 11th of November 1967, *Nature* issued an article by a young Italian researcher at Cornell University, Franco Pacini, who had graduated from Rome University just three years before, in which it was hypothesised for the first time that the non-thermal radiation emitted by the Crab Nebula and the accelerated expansion of the said nebula were to be attributed to a steady injection of energy from a neutron star. Even though they had been theorized way back in 1932 by Lev Landau, and Walter Baade and Fritz Zwicky



Si sapeva ormai da tempo che la nebulosa del Granchio era nata dall'esplosione di supernova del 1054. Pacini suggeriva che, durante il collasso del nucleo della stella progenitrice, si fosse formata una stella di neutroni con una rotazione molto rapida e un fortissimo campo magnetico. La combinazione dei due trasformava la stella in un mega-magnete rotante, che avrebbe emesso una grande quantità di onde elettromagnetiche a bassa frequenza. Tali onde sarebbero state facilmente assorbite dal materiale stellare espulso durante l'esplosione della supernova, trasferendo ad esso gran parte dell'energia di rotazione della stella di neutroni. Tale trasferimento avrebbe comportato, da una parte l'accelerazione del materiale stesso, e dall'altra l'emissione di radiazione di sincrotrone, dovuta a particelle ad alta energia. Sebbene Pacini non ne fosse al corrente, dato che la notizia era ancora riservata e sarebbe stata resa pubblica solo il 24 febbraio del 1968, proprio nello stesso anno, il 6 agosto 1967, l'allora giovane studentessa Jocelyn Bell aveva scoperto un segnale radio rapidamente pulsato. Era la prima pulsar, presto identificata con una stella di neutroni magnetizzata e rapidamente rotante. Nello stesso 1968 la tesi di Pacini verrà definitivamente confermata dall'osservazione di una pulsar proprio al centro della Nebulosa del Granchio. Con questa intuizione di Franco Pacini inizia un intero settore nel campo dell'astrofisica delle alte energie, in particolare lo studio delle pulsar e delle loro nebulose. Negli anni, prima Pacini e poi i suoi collaboratori, hanno raffinato le sue idee sviluppando un modello che oggi è ritenuto universalmente canonico.

“Energy Emission from a Neutron Star”, l'articolo ora citato, è identificabile insieme a parte della produzione intellettuale di Franco Pacini in *Polvere di stelle*,

had proposed their possible relation to supernova explosions in 1934, more than 30 years later, neutron stars were still among the most elusive objects of the universe. Even in the 60s, very few people believed in their actual existence, and among these few it was almost taken for granted, given their size, that neutron stars would never be directly observed.

It had been known for a long time that the Crab Nebula was born as a result of the supernova explosion of 1054. Pacini suggested that, as the nucleus of the progenitor star collapsed, a rapidly rotating neutron star would have formed, generating a very strong magnetic field. The combination of the two would have then transformed the star into a rotating megamagnet, which would have emitted a huge quantity of low frequency electromagnetic waves. These waves would have easily been absorbed by the stellar material ejected during the supernova explosion, transferring to it a large part of the rotational energy of the neutron star. Such transfer would have caused, on the one hand, the acceleration of the material itself, and, on the other, the emission of synchrotron radiation due to high-energy particles. Although Pacini was not aware (since the news was still confidential and would only be made public on the 24th of February 1968), that very same year, on the 6th of August 1967, a very young student named Jocelyn Bell had discovered “unusual signals from pulsating radio sources”. It was the first pulsar, which would soon after be identified as a magnetized and rapidly rotating neutron star. Pacini's theory would go on to be definitively confirmed by the observation of a pulsar in the core of the Crab Nebula in 1968. Franco Pacini's intuition gave birth to an entire new branch in the field of high-energy astrophysics, in particular the study of pulsars

il portale dei beni culturali dell'INAF.<sup>1</sup> La Biblioteca dell'Osservatorio Astrofisico di Arcetri ha creato la voce Franco Pacini all'interno del *Catalogo Biografico degli Astronomi*<sup>2</sup>. Il catalogo, in via di implementazione, riunirà i ritratti biografici degli studiosi di astronomia che sono stati attivi in Italia. La scheda biografica di Pacini è corredata da altre informazioni che ripercorrono le tappe della sua attività professionale unitamente all'elenco dei numerosi e prestigiosi riconoscimenti ricevuti dall'astrofisico. Essa è accompagnata da un apparato bibliografico, costituito da materiale molto eterogeneo dal punto di vista documentale - articoli scientifici, prefazioni, recensioni, lettere aperte scritte quale presidente dell'Unione Astronomica Internazionale, interviste, contributi sulla stampa e opere di carattere divulgativo - cui è stato dato un ordine sistematico.

Da oggi gli studiosi potranno identificare nel *Dizionario* sia le pubblicazioni di Pacini presenti nei cataloghi delle biblioteche dell'INAF<sup>4</sup> che i suoi articoli o contributi accessibili con un search mirato attraverso Astrophysics Data System<sup>5</sup>, la biblioteca digitale di astronomia e di fisica gestita dallo Smithsonian Astrophysical Observatory (SAO) in collaborazione con NASA. Ma la fonte di maggior interesse documentale del *Dizionario* è probabilmente costituita dalla bibliografia di Franco Pacini<sup>6</sup>, che ricostruisce il profilo scientifico e culturale dell'astronomo. Più di centocinquanta fonti ordinate cronologicamente documentano l'ampio orizzonte dei suoi interessi evidenziando l'impegno costante per la diffusione della cultura astronomica. Nel 1978 Pacini diventa direttore dell'Osservatorio Astrofisico di Arcetri. Sotto il suo impulso l'Osservatorio, noto sino ad allora per le ricerche sul Sole, amplia le attività aprendosi ad altri campi di studio come l'astrofisica delle

and their nebulas. Over the years, Pacini first, then his collaborators, have refined his ideas by developing a model which is now universally considered canonical.

"Energy Emission from a Neutron Star", the article quoted, is listed together with part of Franco Pacini's intellectual production in *Polvere di Stelle*, INAF's cultural heritage portal. Arcetri Astrophysical Observatory Library has created the section *Franco Pacini* inside the *Biographic Catalogue of Astronomers*<sup>2</sup>. The catalogue, now being implemented, will gather biographical portraits of astronomy researchers who have been active in Italy. Pacini's biographical data-sheet contains information that traces the steps of his career along with a list of numerous and prestigious acknowledgements. This is accompanied by bibliographic references, consisting of highly heterogeneous material - scientific articles, prefaces, reviews, open letters written as president of the International Astronomical Union, interviews, contributions to the press and works of an informative nature - arranged in systematic order.

From now on, researchers will be able to identify in the *Dictionary* Pacini's publications in the catalogues of INAF's libraries<sup>3</sup>, as well as his articles or contributions accessible through targeted research on Astrophysics Data System<sup>4</sup>, the digital library of astronomy and physics managed by the Smithsonian Astrophysical Observatory (SAO) in collaboration with NASA. But the most interesting source of documents available in the *Dictionary* is probably Franco Pacini's bibliography<sup>5</sup>, which goes over his scientific and cultural background. More than one hundred and fifty sources, arranged in chronological order, document his wide variety of interests, highlighting his consistent effort to make astronomy accessible to the general public.

alte energie, l'astronomia infrarossa, la formazione stellare, l'astronomia extragalattica e la radioastronomia. Pacini coinvolge inoltre la struttura nella costruzione del Large Binocular Telescope (LBT) in Arizona, il più grande telescopio ottico su singola montatura mai realizzato, che entrerà in funzione nel 2005. Dal lavoro su quel progetto nasce la specializzazione tuttora esistente di Arcetri nella tecnologia delle ottiche adattive, un sistema che permette di modificare in tempo reale la curvatura degli specchi di un telescopio per correggere le distorsioni causate dall'atmosfera e ottenere quindi immagini e dati con maggiore risoluzione e precisione. Tale tecnologia innovativa sarà utilizzata anche per i successivi superteleseopi costruiti dall'ESO in Cile, come il Very Large Telescope (VLT) e l'E-ELT (European Extremely Large Telescope). Negli anni arcettrini Pacini svolge un'intensa attività di riorganizzazione degli assetti gestionali della ricerca astronomica italiana, lavoro che troverà il compimento nel 1999, con la nascita dell'Istituto nazionale di astrofisica (INAF), sotto il cui ombrello troveranno posto gli osservatori e gli istituti di ricerca astronomica e astrofisica del nostro Paese.

All'attività scientifica e di politico della scienza Pacini affianca anche un'intensa opera di divulgazione dell'astronomia. Le frequenti apparizioni a festival, trasmissioni radiofoniche e televisive, i suoi articoli, le pubblicazioni, il costante contatto con il modo della scuola lo rendono molto noto e amato dal grande pubblico, come si intuisce da alcuni filmati di celebri trasmissioni televisive del tempo accessibili dal Portale<sup>7</sup>. In tale contesto si collocano anche l'impegno come coordinatore italiano del progetto UNAWES<sup>8</sup>, un innovativo programma mondiale di comunicazione astronomica rivolto ai bambini provenienti da ambienti svantag-

In 1978, Pacini became director of the Arcetri Astrophysical Observatory. Under his guide, the Observatory, known up to that point for research on the Sun, extended its range of activities, opening up to more fields of studies, such as high-energy astrophysics, infrared astronomy, star formation, extragalactic astronomy and radio astronomy. Pacini also included the facility in the construction of the Large Binary Telescope (LBT), the largest single mount optical telescope ever built, in Arizona, which was to become operative in 2005. The work on that project led to Arcetri's specialization in adaptive optics, a system that allows the curvature of mirrors to be altered in real time in order to correct the distortions caused by the atmosphere and thus obtain higher resolution images and more precise data. This innovative technology would also go on to be used for subsequent super telescopes built by ESO in Chile, such as the Very Large Telescope (VLT) and the E-ELT (European Extremely Large Telescope). During the years spent in Arcetri, Pacini carried out an intense activity of reorganization of the management structures of Italian astronomical research, a work completed in 1999, with the birth of the National Institute of Astrophysics (INAF), uniting Italy's astronomical and astrophysical research institutes and observatories.

Pacini's scientific and political activity was always accompanied by a strong effort at making astronomy accessible to the general public. Frequent appearances at festivals, radio and television broadcasts, his articles and publications, and his constant contact with the world of education made him very well known and loved by the general public, as can be seen in some clips of very well-known television broadcasts from the time, accessible from the Por-

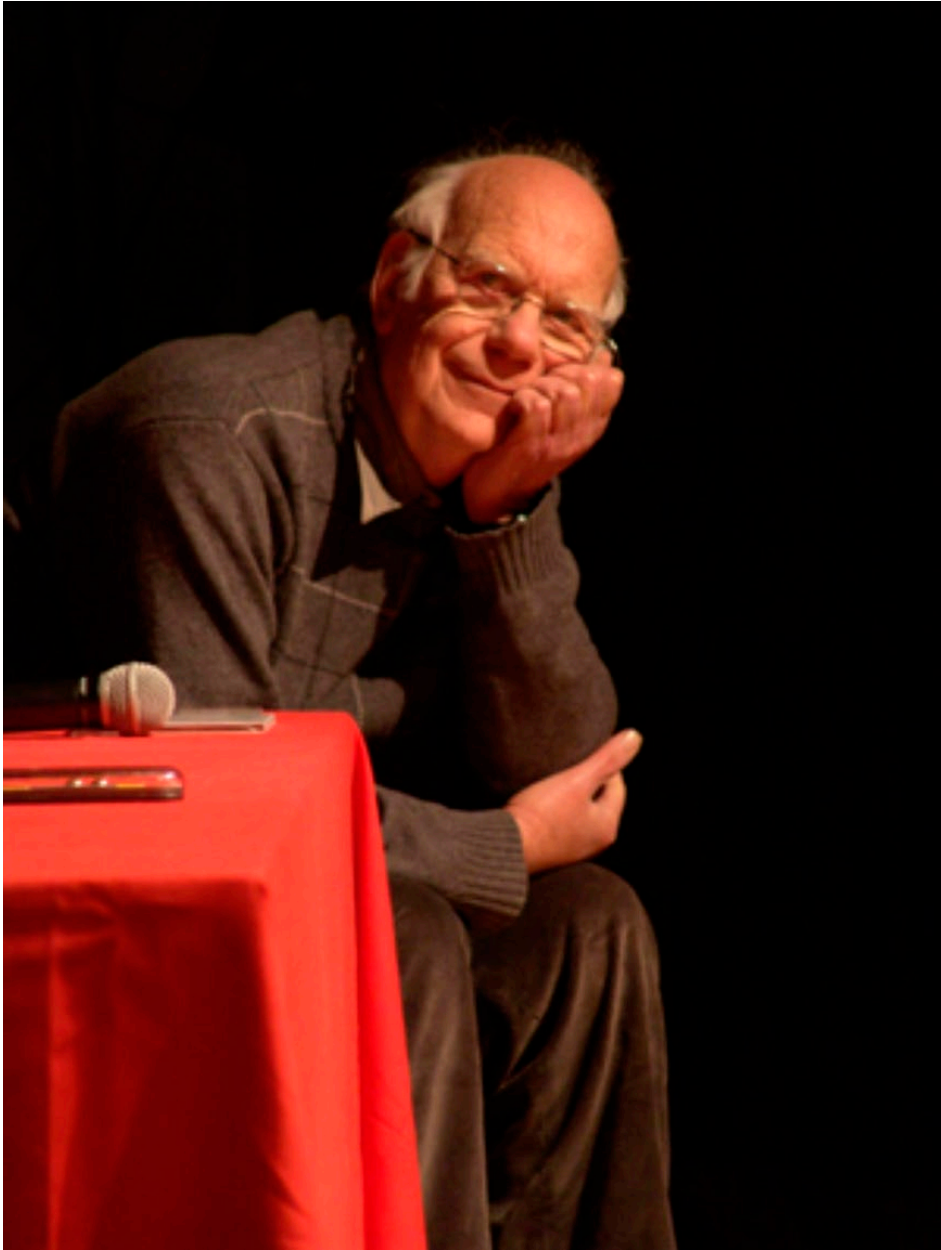


Figura 1. Franco Pacini (1939-2012). Credits: Osservatorio Astrofisico di Arcetri.  
Figure 1. Franco Pacini (1939-2012). Credits: Arcetri Astrophysical Observatory.

giati, e per la costruzione, purtroppo mai realizzata, del “Museo dell’Universo”, un museo scientifico interattivo aperto alla città da collocarsi in un luogo altamente simbolico per la scienza: la collina di Arcetri, dove Galileo Galilei visse gli ultimi anni della propria esistenza, oggi sede di prestigiose istituzioni scientifiche.

Nel 2001, al termine della direzione di Arcetri, Pacini entra nel Consiglio direttivo dell’Istituto nazionale di Astrofisica e diviene presidente dell’International Astronomical Union (IAU). In questa veste nel 2003 lancia la proposta di dichiarare il 2009 (quattrocentesimo anniversario delle prime rivoluzionarie osservazioni al telescopio di Galileo Galilei) ‘Anno Internazionale dell’Astronomia’. L’idea si trasforma in un progetto che ottiene il patrocinio dell’UNESCO e l’approvazione dell’Assemblea generale delle Nazioni Unite nel 2007. L’iniziativa ottiene un grande successo mondiale, contribuendo ad avvicinare il grande pubblico a questa disciplina. Lo stesso Pacini inaugurerà l’Anno Internazionale dell’Astronomia con un discorso pronunciato davanti all’Assemblea generale della IAU di Rio de Janeiro nell’agosto 2009. Franco Pacini muore a Firenze il 26 gennaio 2012 a causa di complicazioni del morbo di Parkinson, che lo aveva colpito pochi anni prima. Con lui scompare una figura centrale dell’astrofisica italiana del dopoguerra che ha contribuito in modo determinante allo studio dei fenomeni dell’alta energia dell’Universo, all’organizzazione della ricerca astrofisica nel nostro Paese al suo consolidamento internazionale, nonché alla divulgazione dell’astronomia presso il grande pubblico.

Allo stato attuale, anche se la parte più consistente del materiale pubblicato è a disposizione degli studiosi, il lavoro di ricerca, di raccolta e di riordino delle

tal<sup>6</sup>. Pacini also took on the role of Italian coordinator of UNAWE<sup>7</sup>, an innovative worldwide program of astronomical communication aimed at children from poorer backgrounds, and of the construction, unfortunately never completed, of the “Museum of the Universe”, an interactive scientific museum open to the city and located in a highly symbolic place for science: the hill of Arcetri, where Galileo Galilei spent the last years of his life, now home to prestigious scientific institutions.

In 2001, at the end of his time as director at Arcetri, Pacini joined the Board of Directors of the National Institute of Astrophysics and became President of the International Astronomical Union (IAU). It was in this position that, in 2003, to celebrate the 400th anniversary of the first revolutionary observations made by Galileo Galilei, he launched the proposal to declare 2009 the “International Year of Astronomy”. The idea soon turned into a project which gained the patronage of UNESCO and the approval of the General Assembly of the United Nations in 2007. The initiative was a worldwide success, contributing to bringing the general public closer to the subject. Pacini himself inaugurated the International Year of Astronomy with a speech delivered to the IAU General Assembly in Rio de Janeiro in August 2009. Franco Pacini died in Florence on the 26th of January, 2012 due to complications from Parkinson’s disease, which had struck him a few years earlier. On that day we said goodbye to a central figure of Italian astrophysics of the post-war period, who contributed significantly to the study of high-energy phenomena in the Universe, to the organization of astrophysical research in Italy, its international consolidation, and to the dissemination of astronomy among the general public.

carte di Franco Pacini non può dirsi interamente concluso. Vi sono ancora alcuni tasselli da inserire per completare l'archivio. È il caso delle tesi di laurea e di dottorato seguite dall'astrofisico, delle *slides* di conferenze e di lezioni universitarie, solo in parte raccolti. Vi è poi la documentazione che riguarda il restauro de Il Gioiello, ultima dimora di Galileo Galilei, vicenda in cui Pacini ha giocato un ruolo di primo piano, riordinata ma non ancora accessibile. Infine vi è l'archivio fotografico, il cui lavoro di sistemazione è allo stato embrionale. È chiaro che c'è ancora molto lavoro da fare, ma possiamo comunque affermare che se qualcuno desidera avvicinarsi alla figura di Franco Pacini, da ora può farlo appoggiandosi su sicure basi informative.

*Ringraziamenti.* si ringrazia Celina Paul per il suo contributo alla stesura della bibliografia delle pubblicazioni di Franco Pacini.

*Elena Amato* è un'astrofisica di origini calabresi, specializzata, durante i suoi studi a Firenze e a Berkeley, nei processi di più alta energia osservati in Natura. Dal 2001 lavora presso INAF-Osservatorio Astrofisico di Arcetri, dove si occupa di pulsar, resti di supernova ed emissione di raggi X e gamma ad essi associata, accelerazione e propagazione dei Raggi Cosmici nella Galassia.

*Francesca Brunetti* è responsabile della Biblioteca dell'INAF Osservatorio Astrofisico di Arcetri. Fa parte del gruppo nazionale di lavoro su *Povere di stelle*, il portale dei beni culturali dell'astronomia italiana. Collabora con le locali attività di comunicazione pubblica della scienza.

At the present time, although most of the published material is available to researchers, the work of collecting and reorganizing Franco Pacini's papers cannot be considered entirely concluded. There are still a few pieces to be added to complete the archive. This is the case for the master and doctoral theses supervised by the astrophysicist, and for the slides from his lectures and university classes, which have only been partially collected. Then there is the documentation, rearranged but not yet accessible, regarding the restoration of *Il Gioiello*, Galileo Galilei's last home, a matter in which Pacini played a leading role. Lastly, there is the photographic archive, the arrangement of which is in its embryonic state. It is clear that there is still a lot of work to do, but we can nevertheless say that if someone wants to approach the figure of Franco Pacini, they can now do so relying on secure information.

*Credits:* thanks go to Celina Paul for her contribution to the drafting of the bibliography of Franco Pacini's publications.

*Elena Amato* is an astrophysicist from Calabria, specialized, during her studies in Florence and Berkeley, in the highest energy processes observed in Nature. Since 2001, she has been working at INAF - Arcetri Astrophysical Observatory, where she deals with pulsars, supernova remnants and the emission of associated X-rays and gamma rays, acceleration and propagation of Cosmic Rays in the Galaxy.

*Francesca Brunetti* is responsible for the Arcetri Astrophysical Observatory Library. She is

*Niccolò Bucciantini* è astronomo presso l'INAF Osservatorio Astrofisico di Arcetri. Ha lavorato sia negli Stati Uniti, presso Berkeley, sia in Svezia. Si occupa delle fasi finali nella vita delle stelle, e di ciò che rimane dopo la loro morte.

## Note

<sup>1</sup> Polvere di stelle: <http://www.beniculturali.inaf.it/>

<sup>2</sup> <http://www.beniculturali.inaf.it/astronomi/>

<sup>3</sup> <http://www.beniculturali.inaf.it/sicap/opac.aspx?web=INAFS&tbl=AST&ID=746>

<sup>4</sup> <http://www.opac.inaf.it/bw5ne7/opac.aspx?web=INAF&OPAC=&SRC=SBAS&TIT=&AU=Pacini%2c+Franco&SO=>

<sup>5</sup> <https://ui.adsabs.harvard.edu/#/public-libraries/ZE2uAeOuRxqSxcw6BhKqaw>

<sup>6</sup> <http://www.arcetri.astro.it/images/divulgazione/Bibliografia-Franco-Pacini.pdf>

<sup>7</sup> <https://www.youtube.com/watch?v=TVA126ctnxQ>

<sup>8</sup> <http://it.unawe.org/about/background/>

part of the national team for *Povere di stelle*, the portal for the cultural heritage of Italian astronomy. She contributes to local public scientific communication activities.

*Niccolò Bucciantini* is an astronomer at INAF – Arcetri Astrophysical Observatory. He has worked in the United States of America, at Berkeley, as well as in Sweden. He deals with the final stages in the life of stars, and what remains after their death.

## Notes

<sup>1</sup> Polvere di stelle: <http://www.beniculturali.inaf.it/>

<sup>2</sup> <http://www.beniculturali.inaf.it/astronomi/>

<sup>3</sup> <http://www.beniculturali.inaf.it/sicap/opac.aspx?web=INAFS&tbl=AST&ID=746>

<sup>4</sup> <http://www.opac.inaf.it/bw5ne7/opac.aspx?web=INAF&OPAC=&SRC=SBAS&TIT=&AU=Pacini%2c+Franco&SO=>

<sup>5</sup> <https://ui.adsabs.harvard.edu/#/public-libraries/ZE2uAeOuRxqSxcw6BhKqaw>

<sup>6</sup> <http://www.arcetri.astro.it/images/divulgazione/Bibliografia-Franco-Pacini.pdf>

<sup>7</sup> <https://www.youtube.com/watch?v=TVA126ctnxQ>

<sup>8</sup> <http://it.unawe.org/about/background/>