

Esame di Stato – Elaborato personale

***Henrietta Swan Leavitt
e i “Computer di Harvard”.
Il ruolo delle donne nel mondo scientifico
tra Ottocento e Novecento***



Angelica Guzzon

5^a C

L'affermarsi della “questione femminile”

È tra la fine del Settecento e l'inizio dell'Ottocento, e quindi con il passaggio dall'età della monarchia a quella dello stato liberale – passaggio suggellato dalla Rivoluzione Francese – che cominciano a farsi strada i primi movimenti proto-femministi, catalizzati dallo spirito illuminista e dal fervore rivoluzionario che avevano contagiato la fascia media della popolazione. La crescente vivacità culturale presente nei salotti borghesi, principali centri di diffusione delle idee illuministe, non rimase infatti prerogativa esclusivamente maschile, ma vide coinvolti alcuni volti femminili; un esempio è dato da Olympe de Gouges, autrice della “Dichiarazione dei diritti della donna e della cittadina” (1791), in cui rivendica i diritti della donna e chiama ad una mobilitazione che possa segnare una vera e propria trasformazione, sia a livello politico che culturale. Di parere analogo era anche l'inglese Mary Wollstonecraft¹, che a sua volta scrisse una “Vindication of the Rights of Women” nel 1792.

Diametralmente opposta era l'opinione di intellettuali quali Jean-Jacques Rousseau, i quali sostenevano con forza che le donne fossero socialmente e mentalmente inferiori rispetto agli uomini, e che gli unici ruoli a loro adatti fossero legati alla maternità e alla dimensione domestica. A questo era connesso il pregiudizio che le donne fossero congenitamente emotive e dunque incapaci di razionalità – pregiudizio che sfortunatamente era così radicato nell'immaginario collettivo da impedire alla maggioranza femminile di cercare attivamente un'altra strada. E nonostante in questo periodo si trovino alcuni notevoli esempi di donne emancipate, anche nell'ambito tradizionalmente maschile del sapere scientifico – si pensi a Laura Bassi, prima donna docente universitaria (di fisica sperimentale a Bologna), o a Mary Fairfax Somerville, esperta di magnetismo nonché divulgatrice scientifica, e ben integrata nell'élite scientifica britannica e nella Royal Society – la stragrande maggioranza delle donne era ancora dipendente dai propri padri o mariti ed era preclusa da ogni tipo di istruzione che non fosse strettamente funzionale a quelle che erano le “tradizionali” mansioni femminili.



Mary Fairfax Somerville
(1780-1872)

Si deve aspettare la seconda metà dell'Ottocento per assistere a qualche tangibile cambiamento della situazione femminile, ed è proprio in questo periodo che i movimenti femministi conoscono un primo vero sviluppo, a partire da quelle cellule proto-femministe nate a inizio secolo. La nuova ventata di cambiamento era stata portata da un altro sconvolgimento epocale, la seconda rivoluzione industriale, che aveva visto un boom dell'industria in tutta l'Europa, determinato principalmente dal notevole progresso scientifico e tecnologico di quegli anni e dal ridimensionamento dell'agricoltura nel Vecchio Continente². All'ingresso su ampia scala delle donne nel mondo del lavoro (inteso come lavoro non legato alla dimensione domestica) corrispose un aumento della consapevolezza della propria situazione, e questo pose delle solide basi per quei movimenti che nel Novecento porteranno a compimento delle battaglie epocali nel percorso verso la parità dei sessi.

¹ Mary Wollstonecraft è la madre della forse più nota Mary Shelley, autrice di “Frankenstein, o il moderno Prometeo”.

² Se fino a pochi decenni prima il settore primario dominava in Europa, la situazione cambiò notevolmente con l'avvento di nuovi mezzi di trasporto per mare (dotati di motore a vapore) che resero molto più brevi le traversate atlantiche: questo infatti permise l'importazione a basso costo in Europa dei prodotti agricoli delle Americhe, frutto di una produzione su larga scala con la quale quella europea non poteva essere concorrenziale. Di qui la nascita in Europa di un'agricoltura “scientifica”, basata sulla differenziazione dei raccolti e sull'utilizzo di tecniche e strumenti innovativi, che necessitava però di una minore manodopera. Gli agricoltori in eccedenza dovettero quindi migrare verso le realtà urbane, dove trovarono lavoro nelle industrie.

Le donne nel mondo del lavoro

Se è pur vero che già prima della seconda rivoluzione industriale una certa percentuale di donne lavorava in alcuni settori industriali che di fatto, nel corso degli anni, erano diventati una “nicchia femminile” (in primis quello tessile), è solo a partire dalla seconda metà dell’Ottocento che la donna acquisisce visibilità come lavoratrice dipendente in quanto tale, e questo determinò l’emergere di alcuni problemi legati a questa nuova dimensione in cui si muoveva la figura femminile.

Un primo problema era legato al fatto che in molti paesi, come in Francia, le donne necessitavano del permesso del padre o del marito – ai quali era affidata la potestà rispettivamente della figlia e della moglie, a prescindere dall’età della stessa – per accedere ad un determinato lavoro (come anche per poter frequentare lezioni, o richiedere un documento, od ottenere cure ospedaliere). Quest’incapacità giuridica femminile rappresentava un grosso ostacolo: per numerose donne era infatti molto difficile ottenere il nullaosta, dato che le loro famiglie si aspettavano che dedicassero il loro tempo alla cura della casa e dei figli; il compito di portare a casa il salario spettava agli uomini, e le poche donne che – inizialmente – lavoravano autonomamente erano oggetto di pregiudizi e pettegolezzi. Curiosamente, è proprio nelle famiglie delle classi più indigenti che questo problema venne superato prima; infatti in parecchi casi un solo stipendio da operaio non bastava a mantenere famiglie molto spesso numerose, ed era necessario che anche la moglie avesse un lavoro stipendiato.



Operaie tessili inglesi (1900 circa)

In ogni caso, l’onere di badare alla casa e alla famiglia spettava comunque alla donna, anche se lavoratrice, e presto si manifestò il problema di conciliare la dimensione lavorativa con quella familiare. Inizialmente ciò si rivelò molto difficile, e nella maggioranza dei casi le donne lavoravano solo per brevi periodi della loro vita: si ritiravano dall’impiego salariato quando si sposavano o avevano dei figli, per poi farvi ritorno quando questi diventavano autonomi. Col tempo però vennero promosse alcune garanzie nei confronti delle madri lavoratrici (come, ad esempio, una giornata lavorativa di

lunghezza inferiore, o il sollevamento dai turni notturni) che contribuirono ad aiutare le donne a mantenere una maggior continuità nel percorso lavorativo; ciò era anche legato al crescente bisogno – per assurdo – di manodopera femminile nell’industria che si stava modernizzando, dato che – citando Karl Marx e il suo “Manifesto del Partito Comunista” – “quanto meno il lavoro manuale esige abilità e forza, vale a dire quanto più l’industria moderna si sviluppa, tanto più il lavoro degli uomini viene soppiantato da quello delle donne e dei fanciulli”.

Con l'avvento della società di massa e la nascita del cosiddetto "ceto medio", e quindi con l'espansione dei settori commerciali e dei servizi (il terziario), nacquero delle nuove occupazioni da "colletto bianco" che videro presto un notevole coinvolgimento femminile, in particolare per quanto riguarda le giovani nubili che avevano ricevuto un'istruzione medio-alta: in molte furono ingaggiate come segretarie e dattilografe, o addirittura come operatrici per le emergenti compagnie telefoniche. Anche il lavoro di insegnante elementare divenne prerogativa femminile³. All'inizio del Novecento le donne rappresentavano quasi la metà dell'apparato lavorativo statale in paesi quali gli Stati Uniti e la Francia.

Rimaneva comunque il problema della discriminazione sul piano economico di cui erano vittima le donne lavoratrici: a parità di mansioni e monte orario, il salario femminile era inferiore rispetto a quello maschile – spesso non era nemmeno la metà. Un problema che però i sindacati ignorarono a lungo: i sindacalisti uomini proteggevano il loro lavoro tenendo il più possibile le donne lontano dalla loro attività (erano infatti viste come nemiche e non come alleate), ed erano in moltissimi a credere che esistesse una divisione "naturale" del lavoro per cui le donne non potevano essere equiparate agli uomini. Preso atto del disinteresse dei sindacati tradizionali nei confronti della questione femminile, non tardarono a farsi strada sindacati esclusivamente femminili (come la *British Women's Trade Union League* del 1889), che solo in un secondo momento – ovvero dopo il primo conflitto mondiale – verranno inglobati in associazioni unificate.

E proprio la prima guerra mondiale ebbe un ruolo chiave nel favorire la causa femminile: il fatto che la grande maggioranza di lavoratori uomini – ed in particolare la fascia più giovane, motore dell'economia – stesse combattendo al fronte significava che molti posti di lavoro erano vacanti, inclusi quelli per tradizione esclusivamente maschili. Le donne si trovarono dunque a doverli sostituire, e vi riuscirono con successo, provando in modo tangibile come la parità lavorativa non fosse un'utopia ma la realtà. Oltre a ciò, questo inedito ruolo da "protagoniste" contribuì a far crescere la coscienza femminile, e favorì le rivendicazioni anche dopo la Grande Guerra.

Le donne e la battaglia per la conquista dei diritti politici

Delle grandi battaglie femministe che sono state compiute tra la fine dell'Ottocento e l'inizio del Novecento non si può non menzionare quella per il suffragio universale femminile, che ha le sue radici nell'Inghilterra degli anni sessanta del XIX secolo, ed uno dei primi a sostenere la causa femminile e a proporre all'elettorato un disegno di legge che concedesse il diritto di voto alle donne fu John Stuart Mill. Sebbene ottenne rapidamente un notevole seguito di attivisti – inclusi alcuni uomini – la sua campagna non ebbe i risultati sperati, per quanto contribuì non marginalmente a sensibilizzare l'opinione pubblica.

È però solo dal 1872 che si può parlare di una vera e propria battaglia per il diritto di voto femminile, quando si diffuse un movimento di rivendicazione che interessò non solo le classi più alte, ma anche il proletariato. Nel 1879 fu fondata da Millicent Fawcett la *National Union of Women's Suffrage*, che però non fu in grado di coinvolgere la componente maschile e le sue dimostrazioni ebbero un impatto limitato.

³ Ciò determinerà in breve tempo una "ghettizzazione" del lavoro di insegnante elementare, che verrà svalutato – e dunque retribuito meno – proprio in quanto prevalentemente femminile.

Sicuramente maggior successo ebbe Emmeline Pankhurst, presto affiancata dalla figlia Christabel, che nel 1903 fondò la *Women's Social and Political Union* con l'obiettivo primario di ottenere il diritto di voto alle elezioni politiche (infatti in alcune contee alle donne era già stato concesso il voto nelle elezioni municipali). Il movimento era ben organizzato e pubblicava periodicamente una rivista, *The Suffragette*, che contribuiva a perorare la causa. Tra le azioni dimostrative attuate dalle attiviste – e nella maggioranza dei casi fermate con la violenza da parte delle forze dell'ordine – vi furono boicottaggi, rimostranze (si incatenarono ai palazzi del potere, incendiarono cassette postali, eccetera) e comizi – soprattutto a Londra, ma il movimento arrivò a contagiare anche le maggiori città europee e americane. Forti dell'appoggio delle altre associazioni femminili, le altre cause per cui si combatté furono la parità giuridica ed economica.



Suffragette nel 1905

La vera svolta si ebbe però solo con la prima guerra mondiale, che comportò una nuova considerazione delle capacità della donna, e infatti è al termine della guerra, nel 1918, che le suffragette vinsero (parzialmente) la loro battaglia: il parlamento britannico concesse il diritto di voto alle mogli dei capifamiglia con più di 30 anni di età. Il diritto di voto sarà esteso a tutte le donne maggiorenni dieci anni più tardi, nel 1928.

Per quanto riguarda gli altri paesi, il suffragio universale femminile fu concesso negli Stati Uniti nel 1920, in Germania nel 1919, in Francia e in Italia solo nel 1945 e 1946 rispettivamente. Il record in positivo spetta alla Nuova Zelanda, che fu il primo paese al mondo a riconoscere il suffragio femminile nel 1893.

Le donne e l'istruzione

Anche l'istruzione fu una delle grandi rivendicazioni del movimento femminista, incluso quello della prima ora, di stampo illuminista. Prima dell'Ottocento non si hanno notizie di un'istruzione pubblica, o comunque collettiva, che fosse aperta anche alle giovani e non solo ai maschi; i pochi volti femminili che compaiono negli annali della cultura e della scienza prima del XIX secolo sono solitamente rari casi di donne che, grazie all'alta estrazione sociale e all'apertura mentale delle loro famiglie, hanno potuto compiere privatamente gli studi superiori e, in qualche caso isolato, accedere a posizioni solitamente precluse alle donne (come la già citata Laura Bassi, o prima di lei Elena Cornaro Piscopia, la prima donna laureata al mondo).

Qualche cambiamento comincia ad intravedersi dopo la prima metà dell'Ottocento quando, grazie anche al crescente interesse verso politiche di stampo sociale che favoriranno l'istruzione pubblica in generale, compaiono in Francia e in Inghilterra i primi istituti per l'istruzione primaria e secondaria femminile (per le scuole miste si dovrà aspettare il Novecento). Questi istituti rispettavano quello che la società si aspettava dalle future donne, e l'istruzione a loro offerta era stata concepita in funzione al tradizionale ruolo domestico. Nei primi decenni dalla loro comparsa, i *curricola* offerti prevedevano l'insegnamento della scrittura, della lettura e della matematica di base, assieme a qualche cenno di storia e letteratura e, in un secondo momento, l'insegnamento di

una lingua straniera; erano invece completamente assenti le scienze (sia quelle naturali che quelle *dure*, come la fisica e la chimica) e la filosofia, tanto era il timore di formare “donne dotte” che non si sarebbero accontentate dell’ambiente domestico. Questi studi erano invece sostituiti da ore di disegno, cucito ed economia domestica, attività viste come maggiormente consone alle ragazze.

Solo in seguito, con lo sviluppo della pedagogia, l’insegnamento si farà meno dogmatico e maggiormente aperto alla riflessione e al dialogo; oltre alla filosofia e alle lingue classiche, nei *curricula* compariranno le scienze naturali, insegnate però in modo diverso a maschi e femmine: se ai ragazzi venivano mostrate le esperienze pratiche in laboratorio, le ragazze si limitavano a studiarle da un punto di vista teorico, in quanto si riteneva che non avrebbero mai avuto a che fare, nella loro vita, con le scienze applicate (ovvero non sarebbero mai diventate ingegneri). Rimaneva comunque un’istruzione, per quanto ben più ampia di quella impartita in precedenza, funzionale al futuro ruolo di “educatrici” (dei propri figli o, al massimo, come insegnanti elementari) che le ragazze avrebbero ricoperto, e non ad un’istruzione di livello universitario.

La maggioranza delle università, sia in Europa che in America, aprì le porte alle donne tra gli anni Settanta e Novanta del XIX secolo⁴. Ciò però non significava che in tutti i casi le donne potessero accedere alla laurea: è il caso di università inglesi come quelle di Oxford e Cambridge, dotate di college femminili (come il Girton e il Newnham) dove però – nonostante seguissero gli stessi corsi e sostenessero gli stessi esami degli uomini – alle donne venivano rilasciati “certificati” e non lauree vere e proprie. Di qui, in prossimità della conclusione del percorso di studi, una notevole “fuga di cervelli” verso quelle università, come a Dublino o in Germania, dove le donne potevano ottenere una laurea equivalente a quella maschile.

L’ottenimento di una laurea al pari di quella maschile non assicurava però le stesse prospettive professionali riservate ai colleghi uomini; erano ancora tanti infatti – anche successivamente alla prima guerra mondiale – i pregiudizi verso le donne che svolgevano alcune tipologie di lavoro qualificato, come il medico o l’avvocato. Per queste ragioni nei primi decenni del Novecento l’attività lavorativa qualificata, specie in ambito scientifico, rimaneva intimamente intrecciata alla militanza femminista; un esempio di ciò è dato dalla figura di Maria Montessori, una delle prime donne laureate in medicina in Italia, che con la sua attività di psichiatra prima e pedagoga poi si impegnò a veicolare l’idea di scienza come emancipatrice sociale, vedendo nella conoscenza scientifica un’autonomia di pensiero che avrebbe favorito l’emancipazione femminile.



Le prime tre donne immatricolate alla University of Pennsylvania (1878)

⁴ Eccezion fatta per alcune università, come quella di Zurigo, che avevano reso possibile l’accesso femminile già ad inizio secolo, e rapidamente divennero delle “oasi” che chiamavano a sé donne benestanti da tutta Europa, precluse dall’ottenimento della laurea nei rispettivi paesi.

Per quanto riguarda il ruolo ricoperto dalle donne in ambito accademico all'inizio del Novecento – escludendo come “eccezione che conferma la regola” la brillante Marie Curie, due volte premio Nobel – è emblematico l'esempio delle “donne computer”⁵ che lavoravano – sottopagate ma soprattutto sottovalutate – all'Osservatorio di Harvard, impegnate a selezionare e catalogare migliaia di negativi e a compiere calcoli in modo ripetitivo; di fatto si trattava di una delle poche posizioni nel mondo della ricerca scientifica a loro accessibile (e non solo per quanto riguarda il settore astronomico), proprio perché rifiutata dai colleghi maschi, che ambivano a – e riuscivano ad ottenere – posizioni più stimolanti. Eppure, come vedremo qui di seguito, nonostante le alienanti condizioni di lavoro i “computer di Harvard” riuscirono comunque ad entrare negli annali della storia scientifica per le numerose ed importanti scoperte scientifiche compiute, a riprova del valore dell'apporto delle donne alla ricerca scientifica, allora come oggi.

⁵ Si è preferito non tradurre in italiano il termine inglese “computer” per mancanza di un equivalente con lo stesso significato; ovviamente non lo si deve intendere con il significato odierno, ma come “macchina” o, più correttamente, come “calcolatrice”, vista la natura del lavoro svolto dalle suddette astronome e i limiti del sapere tecnologico dell'epoca.

L'Osservatorio Astronomico di Harvard e l'“Harem di Pickering”



Pickering e i “Computer di Harvard”

Il 1877 fu un anno di svolta per l'emancipazione femminile in America, sul piano educativo: è in quell'anno, infatti, che l'Ivy League – e, più precisamente, l'università di Harvard – aprì alle donne le porte dei laboratori scientifici in cui si svolgeva ricerca universitaria. Questo però non significava che le laureate avessero la possibilità di fare ricerca come i loro colleghi uomini; al contrario, l'ingresso nel mondo accademico era stato loro concesso per sollevare gli uomini da quelle mansioni che erano considerate poco stimolanti, per quanto necessarie.

Tra queste figurava la fotometria, ovvero la

misurazione del flusso della radiazione elettromagnetica emessa da un oggetto astronomico effettuata attraverso l'analisi di lastre fotografiche impresse dopo una lunga esposizione e provenienti da più telescopi. Queste misurazioni permettevano di attribuire una diversa classificazione ai corpi celesti, e rientravano nell'ambizioso progetto dell'università di Harvard di catalogare l'intera volta celeste secondo le intenzioni del defunto Henry Draper, pioniere dell'astrofotografia. All'Osservatorio Astronomico di Harvard, fino al 1877 questo compito spettava ai tirocinanti e agli studenti più giovani; presto, però, il continuo aumento del materiale da processare rese indispensabile un maggior numero di catalogatori, ed è quindi per questo motivo che il direttore dell'Osservatorio, Edward Charles Pickering, aprì le porte alle donne.

Pickering, da più fonti descritto come un simpatizzante della causa femminile e del movimento delle *suffragette*, assunse circa ottanta donne durante la sua direzione; il gruppo così formato acquisì velocemente nell'ambiente accademico una certa fama per i famigerati soprannomi con cui era conosciuto: i “Computer di Harvard” (per la ripetitività e la precisione dei loro calcoli e misurazioni) o, espressione ancor più derogatoria, l'“Harem di Pickering”. Queste catalogatrici erano pagate 50 centesimi di dollaro all'ora – meno della metà della retribuzione che spettava agli uomini, a parità di mansioni. Il gruppo era piuttosto eterogeneo dal punto di vista formativo: non comprendeva solo astronome ma anche laureate in fisica e matematica, e addirittura alcune collaboratrici profane¹.



L'“Harem di Pickering” al lavoro presso l'Osservatorio di Harvard

¹ Tra queste figurava Williamina Paton Stevens Fleming, la domestica di Pickering: abbandonata dal marito, era emigrata negli USA dall'Inghilterra, dove lavorava come maestra elementare, ed era stata da Pickering assunta come *housekeeper*. Presto l'astronomo si accorse dell'enorme talento della donna e le diede l'incarico di supervisore del gruppo; oltre a ciò, la Fleming si occupò dell'assunzione di nuove catalogatrici.

Nonostante questa varietà determinasse un certo dinamismo intellettuale, il potenziale per la ricerca di questo ambiente scientificamente vivace fu soffocato dallo stesso Pickering, che scoraggiava tra le catalogatrici attività di tipo teorico che esulassero dalle loro misurazioni fotometriche. Era inoltre loro precluso l'utilizzo diretto dei telescopi e delle varie apparecchiature: basavano i loro calcoli sulla visione delle lastre fotografiche appartenenti all'archivio dell'Osservatorio.

Ciononostante, queste severe limitazioni non fermarono alcune di loro dall'approfondire le implicazioni derivanti dalle misurazioni compiute (un ricchissimo patrimonio di dati), lavorando *de facto* come ricercatrici e raggiungendo risultati importanti: è il caso di Antonia Maury, che ridefinì i parametri per catalogare le linee spettrali², e Annie Jump Cannon, che perfezionò la classificazione spettrale individuando le sette classi spettrali (O, B, A, F, G, K e M) utilizzate ancora oggi.

L'esempio più emblematico rimane però quello di Henrietta Swan Leavitt, che grazie ai suoi studi sulle variabili Cefeidi determinò una rivoluzione epocale nel campo dell'astronomia, permettendo ad Edwin Hubble di individuare la relazione lineare tra il redshift delle galassie e la loro distanza e ponendo quindi le basi per lo studio delle origini dell'universo.

Henrietta Swan Leavitt e le variabili Cefeidi

Henrietta Swan Leavitt nacque nel 1868 da una famiglia della media borghesia del Massachusetts. Studiò prima presso l'Oberlin College, e poi al Radcliffe College, dove si dedicò allo studio dell'astronomia e dove ottenne la laurea nel 1892. Entrò all'Osservatorio Astronomico di Harvard come catalogatrice per Pickering nel 1893; nel corso dell'anno precedente aveva cominciato a perdere progressivamente l'udito, durante un viaggio in America e in Europa.

A capo delle “donne computer”, il suo compito principale era quello di misurare e catalogare la luminosità delle stelle a partire dalle registrazioni fotografiche dell'Osservatorio, e si concentrò in particolare sulle stelle variabili delle Nubi di Magellano – nel corso della sua attività ne individuò più di 1200, la metà di quelle conosciute all'epoca della sua morte.

La Leavitt ebbe modo di osservare come alcune stelle, infatti, variassero la loro luminosità con una certa regolarità: queste stelle – chiamate successivamente Cefeidi dal nome del primo oggetto di questo tipo osservato nella nostra galassia, δ Cephei – sono generalmente giganti gialle di popolazione I che si collocano al di fuori della sequenza principale nei diagrammi HR. Questo comporta una mancanza di equilibrio idrostatico tra l'energia nucleare emessa dalla stella e il peso da essa esercitato, ed è per questa ragione che questa si espande e si contrae con regolarità. Nello specifico, quando gli strati esterni bloccano una parte della radiazione uscente, si riscaldano ed espandono, determinando un aumento delle dimensioni della stella, che apparirà più luminosa. La conseguente contrazione è invece determinata dal raffreddamento al quale vanno incontro gli strati esterni che in precedenza si erano espansi, e comporta una perdita di calore. Il processo riparte così dall'inizio.



Henrietta Swan Leavitt (1868 - 1921)

² Lo stesso Ejnar Hertzsprung elogiò l'operato della Maury, dato che ebbe un ruolo chiave nell'aiutarlo a classificare le stelle di colore rosso.

È del 3 marzo 1912 una circolare della Leavitt pubblicata dal *journal* dell'Università di Harvard per conto di Pickling, e legge così:

[...] Fifty-nine of the variables in the Small Magellanic Cloud were measured in 1904, using a provisional scale of magnitudes, and the periods of seventeen of them were published in H.A. 60, No. 4, Table VI. They resemble the variables found in globular clusters, diminishing slowly in brightness, remaining near minimum for the greater part of the time, and increasing very rapidly to a brief maximum. [...] A remarkable relation between the brightness of these variables and the length of their periods will be noticed. In H.A. 60, No. 4, attention was called to the fact that the brighter variables have the longer periods, but at that time it was felt that the number was too small to warrant the drawing of general conclusions. The periods of 8 additional variables which have been determined since that time, however, conform to the same law. [...] Since the variables are probably at nearly the same distance from the Earth, their periods are apparently associated with their actual emission of light, as determined by their mass, density, and surface brightness.

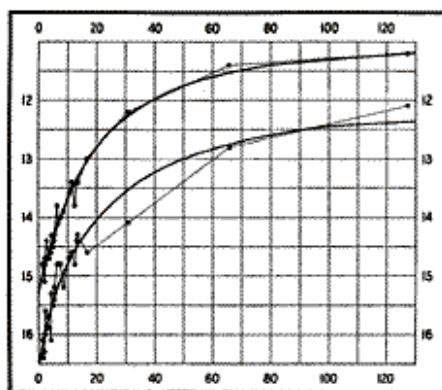


FIG. 1.

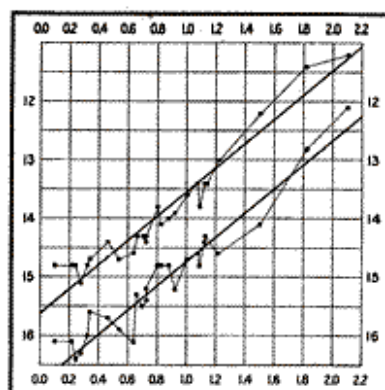


FIG. 2.

I grafici originali tracciati dalla Leavitt nel 1912

Dal documento emerge come la Leavitt avesse notato una proporzionalità diretta tra il periodo nella variazione di luminosità e la luminosità stessa: maggiore il periodo, maggiore la luminosità; minore il periodo, minore la luminosità.

$$M_V = -2,87 \log P - 1,40$$

Questo non valeva però per tutte le Cefeidi: solo quelle collocate nella Nube di Magellano seguivano strettamente questo comportamento, e la Leavitt intuì correttamente che questo fosse dovuto al fatto che le Cefeidi della Nube di Magellano si trovassero, con una buona approssimazione, alla stessa distanza dalla Terra. Quindi, la loro magnitudine apparente era de facto una magnitudine assoluta (riferita alla distanza Terra-Nube di Magellano, però, e non alla distanza standard di 10 parsec). Nonostante all'epoca si credesse che la Nube di Magellano appartenesse alla nostra galassia, era comunque conosciuta la sua distanza grazie al metodo della parallasse. Ciò permise di calcolare l'effettiva magnitudine assoluta delle Cefeidi in questione. Ecco quindi come si riuscì a stabilire la relazione tra l'effettiva magnitudine assoluta di una stella variabile e il suo periodo: conoscendo il periodo con cui una stella variava la sua luminosità era possibile dedurne la magnitudine assoluta, e viceversa.

$$M_V = m - 5 \log d + 5$$

Conoscendo la magnitudine assoluta di una stella è possibile conoscerne la distanza; ecco quindi come, grazie alla relazione scoperta dalla Leavitt, è possibile determinare la distanza di una certa regione dello spazio a partire dalla semplice osservazione del periodo con cui una Cefeide in essa contenuta variava la sua luminosità.

Solo qualche anno più tardi si ebbe modo di apprezzare pienamente come una così semplice relazione potesse cambiare definitivamente il corso delle scienze astronomiche.

Conseguenze: il “Grande Dibattito” e la legge di Hubble

Uno dei primi grandi risultati che fu possibile raggiungere grazie al lavoro della Leavitt fu la risoluzione, nel 1920, del “Grande Dibattito” tra Harlow Shapley e Heber Curtis, in merito alle dimensioni della nostra galassia.

All’epoca una considerevole parte del mondo scientifico, Shapley in primis, riteneva che la Via Lattea rappresentasse la totalità dell’universo, e che le sue dimensioni fossero maggiori di quelle effettive. Inoltre questi credevano che gli oggetti spiraliformi che era possibile osservare a notevoli distanze dalla Terra fossero delle particolari nebulose, e non galassie distinte come sarà possibile provare più tardi (è il caso della galassia di Andromeda, quella a noi più vicina).



Una delle prime immagini della galassia di Andromeda (1899)

A Shapley si contrapponeva Curtis, che aveva correttamente desunto come oggetti quali la nebulosa/galassia di Andromeda fossero esterni alla Via Lattea (basandosi sull’osservazione delle *novae* presenti in essa: non era infatti ragionevole credere che una particolare regione della nostra galassia potesse presentare una concentrazione di *novae* ben maggiore di quella della Via Lattea in sé). La prova della correttezza di Curtis³ venne con la scoperta di alcune Cefeidi nella galassia di Andromeda, rendendo possibile un’effettiva misurazione della sua distanza rispetto a noi e confermando come 1) si trattasse di un oggetto distinto dalla nostra galassia, e 2) le dimensioni della Via Lattea fossero più contenute rispetto a ciò che si credeva.

Il contributo più notevole portato dalla relazione della Leavitt è però legato agli studi dell’astronomo americano Edwin Hubble, che nel 1929 scoprì la legge che porta il suo nome e che finì per rivoluzionare completamente gli studi astronomici e cosmologici.

³ In realtà non tutte le tesi avanzate da Curtis erano corrette: infatti egli era del parere che il Sole si trovasse al centro della Via Lattea, mentre Shapley aveva correttamente desunto che in realtà occupava una zona periferica della nostra galassia.

Grazie alle conclusioni della Leavitt, Hubble fu in grado di misurare la distanza di alcune galassie dalla nostra, e ne studiò il *redshift* – fenomeno dovuto all’effetto Doppler che interessa le onde elettromagnetiche la cui sorgente sia in allontanamento rispetto al punto di osservazione; queste subiscono un allungamento del periodo ed una diminuzione della frequenza, e ciò è visibile nello spostamento verso il rosso delle righe dello spettro elettromagnetico emesso dall’oggetto in questione. Confrontando i dati così ottenuti ebbe modo di notare come, all’aumentare della distanza di una galassia rispetto a noi, il fenomeno di *redshift* risultava più evidente: in altre parole, esisteva una relazione lineare tra la velocità e la distanza, secondo la costante di proporzionalità H_0 (la “Costante di Hubble”, il cui valore è oggi stimato attorno ai 74 km/s per megaparsec).

$$v = H_0 d$$

In un qualsiasi mezzo a dilatazione uniforme esiste una proporzionalità diretta tra la velocità di recessione e la distanza; questo implica come l’universo stesso sia in espansione. Ciò mise a tacere tutte le teorie che spiegavano l’universo attraverso un modello statico, che al tempo erano quelli più accreditati. La legge di Hubble permetteva inoltre di fornire una stima di quella che poteva essere l’età dell’universo, accettando per vero come la velocità della luce sia costante e come non sia possibile osservare oggetti più lontani dello spazio percorso dalla luce durante l’intera vita dell’universo. Attraverso la formula

$$v = d / T$$

è possibile vedere come l’età dell’universo sia stimata attorno ai $1/H_0 = 13,7 \pm 0,8$ miliardi di anni. Queste scoperte posero le basi per la teoria dell’“atomo primordiale” di Georges Lemaître prima⁴, e per la teoria del Big Bang di Ralph Alpher, George Gamow e Robert Herman successivamente, ancora oggi accettata.

Nel 1926, il matematico svedese Gösta Mittag-Leffler, con l’appoggio di Hubble, propose la Leavitt come candidata al Premio Nobel per la fisica, non sapendo che era scomparsa quattro anni prima in seguito ad un tumore; non fu possibile accettare la candidatura, dato che il Premio Nobel non può essere conferito postumo.

⁴ La teoria di Lemaître prevedeva che l’universo si fosse originato dall’esplosione di un atomo primordiale e che avesse continuato ad espandersi. La teoria fu inizialmente screditata, ma conobbe un certo successo durante gli anni quaranta.

⁵ La teoria classica del Big Bang caldo – o “modello standard” – spiega come l’universo abbia avuto origine da un piccolissimo punto di densità e temperatura infinite in seguito ad un esplosione (il *Big Bang*), che ha determinato l’espansione dell’universo.

Bibliografia

Libri

- *Storia delle donne – L'Ottocento*, a cura di Georges Duby e Michelle Perrot, Editori Laterza, Bari, 1992
 - ② Nicole Arnaud-Duc, *Le contraddizioni del diritto*, pp. 60-64, 78-82
 - ② Françoise Mayeur, *L'educazione delle ragazze: il modello laico*, pp. 236-245
 - ② Joan Wallach Scott, *La donna lavoratrice nel XIX secolo*, pp. 356-365
- *Storia delle donne – Il Novecento*, a cura di Georges Duby e Michelle Perrot, Editori Laterza, Bari, 1992
 - ② Françoise Thébaud, *La Grande Guerra: età della donna o trionfo della differenza sessuale?*, pp. 45-55
 - ② Nancy F. Cott, *La donna moderna "stile americano": gli anni Venti*, pp. 98-100
 - ② Rose-Marie Lagrave, *Un'emancipazione sotto tutela. Educazione e lavoro delle donne nel XX secolo*, pp. 484-495
- *Scienza a due voci*, a cura di Raffaella Simili, Biblioteca di Nuncius – Editore Leo S. Olschki, Firenze, 2006
 - ② Raffaella Simili, *Scienza a due voci*, pp. VII-XVIII
 - ② Valeria P. Babini, *Maria Montessori e Gina Lombroso: due risposte femminili al problema della degenerazione*, pp. 191-204
 - ② Sandra Tugnoli Pattaro, *La presenza femminile nei dizionari di storia della scienza*, pp. 291-301
- *La questione femminile nel Novecento – documenti, testi, riflessioni*, a cura di Andrea Di Martino, Einaudi Scuola, Milano, 2003
 - ② Lucetta Scaraffia, *Donne e lavoro nel primo Novecento*, pp. 9-12

Manuali scolastici

- Andrea Giardina, Giovanni Sabbatucci e Vittorio Vidotto, *Storia dal 1900 a oggi – nuova edizione*, Editori Laterza, Bari, 2011
- Massimo Crippa e Marco Fiorani, *Geografia generale – terza edizione*, Arnoldo Mondadori Scuola, Milano, 2011
- Antonio Caforio e Aldo Ferilli, *Fisica 3*, Le Monnier, Milano, 2005

Internet

- Wikipedia in lingua inglese:
 - ② http://en.wikipedia.org/wiki/Women_in_science
 - ② http://en.wikipedia.org/wiki/Henrietta_Swan_Leavitt
 - ② http://en.wikipedia.org/wiki/Harvard_Computers
- Wikipedia in lingua italiana:
 - ② http://it.wikipedia.org/wiki/Variabile_cefeide
 - ② http://it.wikipedia.org/wiki/Costante_di_Hubble
 - ② http://it.wikipedia.org/wiki/Grande_Dibattito
- University of California – Los Angeles (UCLA):
 - ② <http://www.physics.ucla.edu/~cwp/articles/leavitt/leavitt.note.html>
- Zanichelli Scuola:
 - ② <http://aulascienze.scuola.zanichelli.it/2011/12/06/marie-curie-condizione-femminile/>
- Altro:
 - ② http://www.womanastronomer.com/harvard_computers.htm
 - ② <http://blue-stocking.org.uk/2008/06/01/henrietta-swan/>