

Scienze giapponesi tra l'Oriente e l'Occidente, tra la tradizione e la modernità

Hisao Fujita Yashima

藤田(八島)久男

Dipartimento di Matematica, Università di Torino

トリノ大学数学部

1 – Premesse.

In questa relazione cercherò di tracciare alcuni aspetti significativi del sapere scientifico dei giapponesi nel suo evolversi. Più precisamente seguirò con particolare attenzione l'evoluzione dello *Wasan* (和算), ossia la matematica giapponese autonomamente sviluppata nell'epoca Edo (江戸, 1603–1868), e la figura del fisico Yukawa (湯川, 1907–1981).

Anche se lo *Wasan* fu sviluppato nel quasi totale isolamento del Giappone dal resto del mondo, a mio parere è di obbligo prendere in esame l'evoluzione del sapere scientifico giapponese compreso lo *Wasan* in relazione con le scienze cinesi e quelle occidentali. Infatti le scienze giapponesi fecero i loro percorsi solo confrontandosi con quelle cinesi e quelle occidentali. Ciò non esclude che ci siano stati sviluppi autonomi come quello dello *Wasan*; ma, come vedremo nel seguito, non solo la nascita dello *Wasan* è inseparabile dalla matematica cinese già diffusa in Giappone, anche la sua fine avvenuta nel confronto con la matematica europea che allora arrivava al Giappone va analizzata nel paragone con la situazione cinese.

Se qualcuno pensa che dopo la Restaurazione di Meiji (明治, 1868) tutta la scienza giapponese sia stata completamente occidentalizzata, è una semplificazione basata su osservazioni superficiali e non degna di riflessione e di approfondimento. Pur sotto la predominanza della struttura delle scienze occidentali a cui sono stati sottomessi, lo spirito dell'Oriente permane nei pensieri degli scienziati giapponesi in una forma più sottile e nascosta ma ugualmente profonda, come fa intravedere il percorso di pensiero di Yukawa, fondatore della teoria dei mesoni.

2 – Matematica cinese fino al secolo XVI.

Per motivi detti, comincerei col ricordare i punti essenziali della storia della matematica cinese.

Il primo libro cinese che raccoglie in modo sistematico conoscenze di matematica è *Jiu zhang suan shu* (*Nove capitoli di arte del calcolo*), la cui edizione viene datata intorno al I secolo dopo Cristo. Esso, raccogliendo le tecniche del calcolo fino allora note, rimase per più di mille anni come punto di riferimento, in particolare per la divulgazione della matematica. I nove capitoli coprono tematiche che vanno dal calcolo delle aree e dei volumi alle equazioni algebriche del secondo e del terzo grado ed anche sistemi di equazioni lineari, ma quasi sempre nella forma di esempi senza dimostrazione.

Vale la pena ricordare il matematico Zu Chongzhi (429–500), che ottenne buone approssimazioni di π :

$$3,1415926 \leq \pi \leq 3,1415927 \quad \text{e} \quad \pi \approx \frac{355}{113}.$$

Assieme allo sviluppo della matematica in Cina, l'Impero cinese della dinastia Sui, fondato nel 581, introdusse il sistema di *Keju*, ossia concorso pubblico per l'esame scritto per il reclutamento di alti funzionari dello Stato. Questo sistema di concorso, pur con varie interruzioni dovute a guerre civili o instabilità politiche, fu continuato fino alla fine del secolo scorso e lasciò un'impronta profonda alla società cinese e la sua cultura. Anche la matematica venne adottata come una delle materie dell'esame e per questo furono istituiti insegnamenti di matematica; il libro *Jiu zhang suan shu* sopra citato e gli scritti di Zu Chongzhi si trovarono tra i libri classici di riferimento più importanti di queste scuole. Ma tra le materie dell'esame di *Keju* prevalevano decisamente le materie letterarie e politiche e alla matematica non venne data molta importanza. Ciò non toglie l'importanza del sistema di *Keju* anche per lo sviluppo della matematica; infatti da allora in poi la maggior parte dei matematici cinesi saranno funzionari dello Stato, che avranno superato l'esame di *Keju*. Ciò indicherà il carattere pratico piuttosto che teorico della matematica cinese.

Nello sviluppo della ricerca delle equazioni algebriche nei successivi secoli venne escogitato anche un metodo pratico per la risoluzione di un'equazione algebrica di grado superiore, metodo chiamato *Tian yuan shu* (tecnica dell'elemento del cielo). Tra i libri che contribuirono alla sua divulgazione, non solo in Cina ma anche in Giappone, citiamo il libro *Suan xue qi meng* (*Divulgazione della scienza del calcolo*) di Zhu Shijie pubblicato nel 1299. Si creò anche un metodo più raffinato, chiamato *Si yuan shu* (tecnica di quattro elementi), che si applicava ai sistemi di equazioni algebriche di grado superiore.

Nei secoli XIV – XVI la Cina conobbe la stagnazione della ricerca in matematica, ma d'altra parte vide un considerevole sviluppo del commercio, il che fece nascere lo strumento di calcolo commerciale, abaco con pallottole mobili, chiamato, in cinese, *Suan pan* o, in giapponese, *Soroban* (算盤). Il libro *Suan fa tong zong* (*Raccolta di tutti i metodi di calcolo*) (1592) di Cheng Dawei è uno dei libri di divulgazione del calcolo col *Suan pan*.

3 – Genesi dello Wasan.

I documenti storiografici indicano che già nel secolo VI d.C. alcuni libri cinesi di matematica entrarono in Giappone. Nei secoli successivi il Giappone mandò in Cina numerosi giovani, futuri dirigenti del paese, per fare studiare da loro il sistema politico, la cultura e le scienze della Cina. Così nel decreto nipponico del 702 troviamo, oltre l'istituzione di varie norme e di organismi amministrativi secondo il modello cinese, la creazione di una scuola di matematica, per cui i testi dello studio sono uguali a quelli delle scuole cinesi di matematica; va tuttavia ricordato che in Giappone non venne istituito il sistema di reclutamento di funzionari dello Stato per concorso pubblico.

Nonostante questa istituzione di una scuola di matematica, il Giappone non vide particolari sviluppi della matematica, limitandosi a usare ciò si trovava nei libri cinesi di matematica.

Nel secolo XVI con l'estendersi di commercio con l'estero e di contatti politico-militari con paesi stranieri, furono introdotti sia la tecnica del calcolo *Tian yuan shu* sia l'abaco cinese *Suan pan*, ossia, in giapponese, *Soroban*. Il secolo XVI era in Giappone l'era delle Guerre civili. Nel 1603 si vide stabilirsi il regime dello *Shogun* (将軍); il regime dello *Shogun* adottò la politica dell'isolamento totale dal resto del mondo, così gradualmente nella prima metà del secolo XVII il Giappone si isolò vietando ogni contatto con stranieri tranne i cinesi, i coreani e gli olandesi. Nell'interno del paese il regime dello *Shogun* riuscì a creare un periodo assai lungo di stabilità politica anche se sotto un rigido sistema feudale.

In questa condizione dell'isolamento e della stabilità interna del paese, finalmente i giapponesi cominciarono a dedicarsi alla matematica.

Il più antico libro di matematica del Giappone attualmente conosciuto è un manuale del calcolo col *Soroban* pubblicato nel 1622.

Nel 1627 venne pubblicato il libro *Jinko ki* (塵劫記) di Mitsuyoshi Yoshida (吉田光由, 1598–1672), che ebbe un ruolo importante nella diffusione della matematica, in particolare del calcolo col *Soroban*, e divenne molto popolare moltiplicando le sue edizioni. *Jinko ki* è un buon libro di divulgazione ma non contiene contributo originale. L'autore stesso dice che il suo modello era *Suan fa tong zong* di Cheng Dawei.

Anche il metodo *Tian yuan shu* introdotto dalla Cina ebbe una sua diffusione. Nel 1658 fu ristampato il libro cinese *Suan xue qi meng*, mentre nel 1670 K. Sawaguchi pubblicò il libro *Kokin sanho ki*, in cui fece finalmente alcune osservazioni originali sulla risoluzione di un'equazione algebrica di grado superiore sempre nell'ambito del metodo *Tian yuan shu*.

Il metodo *Tian yuan shu* proponeva di risolvere alcune equazioni algebriche di grado superiore. Per questo era essenziale la scrittura di un polinomio. In questa scrittura la variabile del polinomio e quindi l'incognita dell'equazione veniva indicata con la lettera *yuan*, mentre l' n -sima potenza ($n \neq 1$) della variabile veniva indicata posizionalmente. Gli studiosi giapponesi, tra cui Takakazu Seki, approfondendo questo metodo e cercando di estendere le sue applicazioni, svilupparono scritture di sistemi di equazioni algebriche, indicando diverse incognite con diverse lettere; si risolvevano

tali sistemi di equazioni riducendoli, per eliminazione successiva delle incognite, ad un'equazione a cui si applicava il metodo *Tian yuan shu*. Pur essendo modesta, questa elaborazione del formalismo, fatta autonomamente, prelude agli autentici sviluppi dello *Wasan*.

La figura più rappresentativa dello *Wasan* è senza dubbio Takakazu Seki (関孝和, 1640?–1708). Mentre i precedenti matematici erano di Kyoto o di Osaka, Seki era di Edo (odierno Tokyo). Come gli altri matematici di allora, anche Seki, per ottenere la notorietà, si dedicò a risolvere problemi lasciati da maestri di matematica che lo precedevano. Ma sembra che Seki finalmente non si limitò a risolvere problemi lasciati da maestri precedenti, ma si impegnò a studiare sistematicamente i libri di matematici precedenti come *Kokin sanho ki* ma in particolare i libri cinesi di matematica. Nello studio delle equazioni algebriche, arrivò a definire e utilizzare il determinante di una matrice quadrata del tipo 3×3 o 4×4 . Questo risultato brillante però non ebbe molti sviluppi ulteriori. D'altra parte il suo studio sull'approssimazione della circonferenza del cerchio per poligoni regolari con 2^n lati non solo produsse suoi buoni risultati, ma, come vedremo, portò i suoi allievi a risultati maggiori. I suoi risultati in questo campo erano l'approssimazione della circonferenza del cerchio per il poligono regolare con 32.768 lati (1665?) e quella per il poligono regolare con 131.072 lati (pubblicato dopo la morte nel 1712). Va tuttavia osservato che l'approssimazione della circonferenza per frazioni studiata da Seki raggiunse soltanto

$$\frac{355}{113},$$

risultato già ottenuto da Zu Chongzhi nel lontano V secolo d.C..

4 – Wasan nei suoi successi.

L'eredità di Seki è innanzitutto la creazione di scuole (non nel senso di istituzione scolastica ma nel senso di gruppi di persone legate per pensieri e di metodi di ricerca). Infatti l'importanza storica di Seki è dovuta non solo ai suoi studi ma anche e in buona parte ai risultati dei suoi allievi.

Il brillante allievo di Seki, Katahiro Takebe (建部賢弘, 1664–1739), approfondendo la teoria di Seki sull'approssimazione della circonferenza per poligoni regolari con 2^n lati, raggiunse, verso il 1722, alla seguente espressione dell'arco a di un cerchio nel suo quadrato:

$$a^2 = 4dh \left(1 + \frac{2^2}{3 \cdot 4} \cdot \frac{h}{d} + \frac{2^2 \cdot 4^2}{3 \cdot 4 \cdot 5 \cdot 6} \left(\frac{h}{d}\right)^2 + \frac{2^2 \cdot 4^2 \cdot 6^2}{3 \cdot 4 \cdot 5 \cdot 6 \cdot 7 \cdot 8} \left(\frac{h}{d}\right)^3 + \dots \right),$$

ove d e h sono il diametro del cerchio e la lunghezza del segmento congiungente le due estremità dell'arco rispettivamente. Certamente fu un risultato eccellente. Lo studio sistematico di questo tipo di ragionamenti venne chiamato *Enri* (円理, teoria del cerchio), che poi divenne il principale tema della scuola di Seki se non dell'intero *Wasan*.

Il risultato della ricerca numerica del π ottenuto per il metodo sopra citato di Takebe fino alla cinquantesima cifra viene riportato nel libro *Hoën sankei* (*Testi sacri del calcolo per il quadrato e il cerchio*) di Y. Matsunaga del 1739.

Dopo questi risultati concreti dell'*Enri*, la riflessione teorica portò i migliori matematici delle generazioni successive alla riflessione volta al calcolo di aree mediante l'uso della serie. Ci contribuirono in particolare Naonobu Ajima (安島直円, 1732–1798) e Nei Wada (1787–1847). Nel libro di Ajima si vede il calcolo dell'area del cerchio tramite la somma di rettangolini come nel caso dell'integrale di Riemann. Questa idea del calcolo, che corrisponde all'integrale di Riemann nel caso di particolari funzioni integrande, condusse anche al calcolo della lunghezza della circonferenza di un'ellisse e i volumi di solidi costruiti con sfere e cilindri. L'idea di Ajima, ormai abbastanza vicina a quella dell'integrale di Riemann, fu approfondita da Wada, che fece lo studio sistematico degli integrali che si possono calcolare con serie.

5 – Diffusione dello *Wasan*.

Per comprendere la storia dello *Wasan*, non va dimenticato il suo aspetto sociale.

Innanzitutto va osservato che i matematici dello *Wasan* non erano inquadrati nel sistema pubblico degli insegnamenti superiori. In quell'epoca non esisteva struttura che corrisponderebbe all'università nell'età moderna. I matematici prima di Seki non erano matematici di professione. Anche lo stesso Seki era un funzionario di una provincia prima e dello Stato poi sempre di rango piuttosto inferiore.

Dopo Seki si crearono scuole private di matematica e i matematici divennero insegnanti di tali scuole. Naturalmente c'erano anche matematici che occupavano posti di funzionario dello Stato.

Il diffondersi delle scuole private di matematica ebbe due effetti opposti. Da una parte, le scuole private nella loro ricerca cercarono di chiudersi per non fare conoscere le loro tecniche di calcolo segrete. Tale circostanza oggi non rende facile la ricostruzione della storia dello *Wasan*.

D'altra parte fin dall'inizio dello *Wasan* c'era il costume secondo cui i maestri lasciavano al pubblico problemi da risolvere e la risoluzione di tali problemi costituiva una buona parte delle attività intellettuali dei matematici. Come abbiamo accennato sopra, anche Seki risolveva problemi lasciati da maestri a lui precedenti. Questo costume, col diffondersi dello *Wasan*, divenne sempre popolare e trovò come luogo di competizione pubblica, oltre alla pubblicazione, i templi shintoisti e buddisti, nei quali chi risolveva un problema dato da un maestro di fama appendeva una tavola di legno che illustrava il problema e la sua soluzione, seguendo la tradizione di donazione di tavole recanti pitture (inizialmente di un cavallo e successivamente di varie oggetti) ai templi shitoisti e buddisti. Il numero di queste tavole di matematica fatte durante l'epoca Edo (1603–1868) ed ancora esistenti è circa 420, ma se si aggiungono quelle perse materialmente ma documentate storiograficamente il numero totale (sempre dell'epoca Edo) raggiunge 1.840. Alcuni illustri matematici anche loro partecipavano a questa gara fatta con tavole donate ai templi. Ma la maggior parte di queste tavole non

erano degli ultimi risultati della ricerca matematica di allora. Tuttavia è chiaro che la diffusione di questo costume è un indicatore assai significativo della diffusione dello *Wasan* in quell'epoca, diffusione non solo tra gli specialisti o nell'ambiente accademico e scolastico.

Questo carattere: diffusione tra la popolazione e nello stesso tempo la mancanza del consolidamento nella pubblica istruzione, dello *Wasan* è, come si può intuire facilmente, è la sua forza e nello stesso tempo la sua debolezza. Le scuole private di matematica spesso rilasciavano il certificato per coloro che le avevano frequentate, certificato che però non godeva del riconoscimento ufficiale delle autorità e non di rado non era fondato su un criterio scientifico credibile.

La pubblica istruzione alla scala nazionale nell'epoca Edo ancora non esisteva. Ogni provincia sotto la sua signoria feudale gestiva la pubblica istruzione; al livello della scuola elementare la diffusione dell'istruzione non era molto bassa. Ma lo *Wasan*, almeno nella sua struttura di ricerca di matematica, rimaneva fuori di questa struttura della pubblica istruzione.

6 – Matematica cinese sotto la dinastia Qing.

Credo che sia giusto farne ora il paragone con la situazione in Cina.

Mentre il Giappone senza conoscere le scienze occidentali entrava nel suo isolamento volontario, la Cina ebbe la possibilità di conoscerle. Il gesuita Matteo Ricci (1552–1610) arrivò in Cina nel 1582, portando con sé molti materiali scientifici, tra cui gli *Elementi* di Euclide. Egli, assieme al noto scienziato cinese Xu Guangqi (1562–1633), tradusse in cinese i primi 6 volumi degli *Elementi*.

Ma il fatto più significativo dal punto di vista storico è che l'Imperatore Kangxi (1654–1722; regno: 1662–1722) sostenne la ricerca scientifica compresa quella matematica. Anche personalmente si interessò a studiare le scienze occidentali; Leibniz gli mandò messaggi e qualche calcolatore da lui inventato. Secondo la testimonianza del missionario francese Bouvet, “l'Imperatore studiava e ripassava i teoremi importanti di Euclide e faceva sforzi per imparare i ragionamenti di questi teoremi. Studiando così per 5 o 6 mesi, l'Imperatore divenne un esperto dei principi della geometria.” “L'Imperatore trovava il più grande piacere nello studio di matematica, perciò tutti i giorni egli passava due o tre ore con noi.” Sotto l'ordine dell'Imperatore Kangxi vennero pubblicati i 53 volumi dell'Enciclopedia della Matematica, completati nel 1723, un anno dopo la morte dell'Imperatore Kangxi.

Ma nello stesso anno 1723, circa un secolo di ritardo rispetto al Giappone, anche la Cina scelse la chiusura del paese, tagliando i contatti con gli stranieri.

Nel 1774 Ming Antu pubblicò lo sviluppo in serie di π , $\sin x$ e $\cos x$. Precede i lavori del matematico giapponese Wada, ma va ricordato che in Cina erano già state importate le formule dello sviluppo in serie (verso 1701) senza spiegazione. Lo studio dello sviluppo in serie fu proseguito da Dai Xu (1805–1860), che pubblicò lo sviluppo in serie del logaritmo.

Negli anni 1840–1842 la Cina subì la sconfitta della Guerra dell’Oppio. Gli intellettuali cinesi di allora furono profondamente offesi dall’invasione inglese; il loro furore era tale che il matematico Dai Xu nel 1845 rifiutò di ricevere l’inglese che venne a cercarlo per la fama del matematico cinese per la sua ricerca in matematica.

Il matematico Li Shanlan (1811–1882) aveva anch’egli composto poesie patriottiche contro gli invasori inglesi durante la Guerra dell’Oppio, ma successivamente adottò un atteggiamento diverso da quello di Dai Xu.

Nel 1845 Li Shanlan pubblicò tre libri, in cui fece studi di integrali mediante le serie. Questi studi di Li Shanlan erano abbastanza simili a quelli dei giapponesi quali Ajima e Wada. Anzi dal punto di vista puramente tecnico, gli studi di Ajima e di Wada erano più raffinati. Ma nei lavori di Li Shanlan possiamo trovare un certo senso di generalità espresso per esempio nella ricerca del grafico delle primitive anch’esse espresse come serie oppure nell’osservazione sull’invarianza dell’area di una regione rispetto alla deformazione che conserva invariante l’ampiezza in una direzione, osservazione simile a quella di Bonaventura Cavalieri, discepolo e corrispondente di Galileo Galilei.

Nel 1852 Li Shanlan si trasferì a Shanghai e scoprì che la matematica occidentale era molto più avanzata rispetto a quella cinese. Dal 1852 fino al 1859 egli si dedicò alla traduzione dei libri occidentali di matematica. La maggior parte della terminologia matematica moderna non solo nella lingua cinese ma anche nella lingua giapponese è dovuta alle sue traduzioni delle terminologie occidentali nella lingua cinese. Infatti uno dei protagonisti della Restaurazione di Meiji, Shinsaku Takasugi (高杉晋作, 1839–1867), in occasione del suo viaggio a Shanghai per la raccolta di informazioni, acquistò vari libri tradotti da Li Shanlan e i suoi collaboratori; più tardi questi libri divennero il punto di riferimento dello studio della matematica occidentale in Giappone.

Nel 1860 Li Shanlan riprese la sua propria ricerca matematica e si dedicò allo studio del calcolo combinatorio e successivamente della teoria dei numeri. Nel 1868 fu nominato docente di matematica della nuova scuola fondata a Pechino dal governo cinese, scuola che successivamente sarà integrata nella fondazione dell’Università di Pechino.

7 – Arrivo della matematica occidentale in Giappone.

Negli anni 1720 furono già introdotti in Giappone alcuni libri cinesi che illustravano la matematica occidentale; il matematico Takebe, già citato sopra, e altri ne ebbero la conoscenza. Ma la matematica occidentale così indirettamente introdotta era quella precedente a Leibniz e Newton e quindi le novità per i matematici giapponesi erano soltanto la trigonometria e il logaritmo.

D’altra parte, col crescente interesse degli intellettuali giapponesi desiderosi di conoscere il progresso scientifico del mondo, si fece la strada il *Rangaku* (蘭学), ossia Scienze Olandesi, visto che gli olandesi erano gli unici occidentali a cui era concessa la possibilità di accedere al territorio giapponese e di fare il commercio con i giapponesi. Così molti eminenti intellettuali e scienziati giapponesi si recarono a Nagasaki, l’unico porto aperto agli stranieri, per conoscere meglio ciò che conoscevano gli olandesi.

Ma i matematici che praticavano lo *Wasan*, orgogliosi dei risultati conseguiti nell'*Enri*, trovarono piuttosto la propria superiorità nei confronti della matematica che i commercianti olandesi portavano e mostrarono scarso interesse per il *Rangaku* e la matematica occidentale importata dagli olandesi.

Nel 1853, sulla costa pacifica del Giappone apparvero quattro navi di guerra americane e sotto la minaccia del bombardamento gli americani chiesero ai giapponesi di aprire i loro porti per il commercio. I giapponesi si ricordavano che la vicina Cina dieci anni prima aveva subito l'aggressione inglese senza sapere difendersi e quindi con disastrose conseguenze. Sotto queste circostanze erano i militari, preoccupati della propria capacità di difesa, ad interessarsi per primi alla matematica occidentale, su cui fondava la tecnologia industriale e militare delle potenze occidentali. Infatti già nel 1855 iniziò l'insegnamento di matematica all'olandese presso la scuola militare della Marina giapponese; formalmente era ancora organizzato dal regime dello *Shogun*, ma in questi ambienti entravano spesso elementi inclini all'innovazione.

Nel 1868 cadde il regime dello *Shogun* e si insediò il nuovo governo; è l'avvenimento chiamato Restaurazione di Meiji. Il nuovo governo abolì rapidamente il sistema feudale su cui si basava il regime dello *Shogun*. Nel 1872 fu emanato il decreto che sancì la creazione della pubblica istruzione. In questo atto di fondazione della pubblica istruzione il governo adottò la matematica occidentale e abbandonò lo *Wasan*.

Si pone allora la questione: perché il nuovo governo sorto dalla Restaurazione di Meiji fece una scelta così radicale? È difficile pensare che il governo facesse una scelta così radicale consapevole della forza della matematica occidentale e della debolezza dello *Wasan*. Infatti non c'è alcuna traccia dell'esistenza di un giapponese che avesse capito allora la forza del teorema fondamentale dell'algebra di Gauss né del criterio di Cauchy per la convergenza tanto meno della serie di Fourier.

Ma una cosa è certa: lo *Wasan* non aveva coltivato i suoi legami con la meccanica e altre discipline fisiche e quindi non ebbe la sua ramificazione di applicazioni nelle scienze applicate. Tra le poche eccezioni si può citare lo studio di Seki sulla determinazione del calendario, tema già ampiamente discusso da astronomi e matematici cinesi. Ma lo studio del calendario di Seki non ebbe seguito in Giappone. Questo mancato rapporto dello *Wasan* con la meccanica e le scienze applicate determinò il disinteresse dell'ambiente politico-militare della seconda metà dell'ottocento per lo *Wasan*.

8 – Nuova politica per le scienze e la tecnologia.

Il decreto del 1872 per la creazione della pubblica istruzione, che decretava anche l'adozione della matematica occidentale e l'abbandono dello *Wasan* nelle scuole pubbliche, emarginò completamente i matematici dello *Wasan*. Tuttavia il Giappone del 1872 evidentemente non aveva insegnati idonei della matematica occidentale come richiedeva il nuovo sistema scolastico. Libri di introduzione alla matematica occidentale scritti da giapponesi esistevano, ma erano di livello piuttosto basso. I libri di alto livello erano, oltre a quelli originali, quelli cinesi pubblicati soprattutto a Shanghai da Li Shanlan e successivamente Hua Hengfang e loro collaboratori, il che, come abbiamo

già menzionato, fece sì che la maggior parte della terminologia di matematica odierna della lingua giapponese sia quella creata dagli autori di questi libri cinesi.

Davanti all'assoluta carenza degli insegnanti di matematica occidentale, il governo dovette riammettere il calcolo con il *Soroban* tradizionale nelle scuole. Ciò tuttavia non modificò l'orientamento della politica delle scuole, in particolare dell'istruzione superiore.

Nel 1877 fu fondata l'Università di Tokyo (come trasformazione di una scuola superiore già esistente da una decina di anni), in cui venne creata la sezione di matematica. Essa sarà poi guidata da due professori, Dairoku Kikuchi (菊池大麓, 1855–1917) e Rikitaro Fujisawa (藤沢利喜太郎, 1861–1933), che avevano studiato in Europa. Nel 1899 fu fondata la seconda università statale, Università di Kyoto e nel 1911 l'Università di Tohoku. Ormai la matematica nella sua espressione più autorevole divenne il monopolio delle università. La matematica giapponese moderna studiata nelle università riaccolse rapidamente lo scarto con l'Occidente e, si può stimare, verso l'inizio di questo secolo raggiunse il livello internazionale.

Il governo non si interessava solo alla matematica; anzi, il primo interesse del governo era la tecnologia (e le scienze necessarie per essa). La politica del governo dell'epoca Meiji (1868-1911) veniva riassunta nello slogan: “Arricchire il paese, rafforzare l'esercito”. Per questo adottò la politica per le nuove scienze espressa sinteticamente nello slogan: “*Wakon, yosai*” (和魂洋才), che potrebbe essere tradotto come “*anima nipponica, scientias occidentales*”. È interessante vedere che nella stessa epoca in Cina si recitava lo slogan “*Zhong xue wei ti, xi xue wei yong*”, che sarebbe “Le scienze cinesi ci danno il proprio corpo, le scienze occidentali ci danno l'utilità”. Ma c'era anche una differenza essenziale: in Cina continuava a dominare la dinastia Qing col vecchio sistema ormai in molteplici contraddizioni, mentre in Giappone il nuovo governo sorto dalla Restaurazione di Meiji imponeva le innovazioni.

Sotto questa politica del governo giapponese si moltiplicarono facoltà scientifiche e ingegneristiche.

9 – Vita e pensieri di Yukawa.

Ci domandiamo allora se le scienze giapponesi siano state completamente occidentalizzate o meno. È indubbio che la struttura portante delle scienze è divenuta quella occidentale. Dunque, per comprendere il rapporto tra le espressioni occidentalizzate delle scienze e il pensiero orientale che persiste nelle attività intellettuali degli scienziati giapponesi, bisognerebbe entrare nei pensieri più intimi di ciascuno di essi. Per questo, piuttosto che discutere in modo generale su questo tema, proporrei di seguire i percorsi della vita e del pensiero del fisico Hideki Yukawa (湯川秀樹, 1907–1981, premio Nobel per la fisica nel 1949), la figura più importante delle scienze giapponesi moderne.

Yukawa, anzi colui che allora si chiamava Ogawa e acquisì il cognome Yukawa solo quando si sposò con Sumi Yukawa nel 1932, dunque il futuro Yukawa, nacque a Tokyo nel 1907. Ma già nel 1908 in seguito al trasferimento di suo padre a Kyoto, si trasferì

a Kyoto e trascorse la maggior parte della sua vita a Kyoto. Suo padre era un geologo e dal 1908 divenne professore all'Università di Kyoto. Hideki era il suo quinto figlio.

All'età di cinque anni, prima che frequentasse la scuola elementare, Hideki iniziò a ricevere lezioni di lettura dei classici cinesi impartite da suo nonno materno, che aveva insegnato nelle scuole provinciali delle signorie feudali. L'insegnamento dei classici cinesi veniva dato da loro nonno a tutti i fratelli maschi di Hideki e due di essi divennero poi noti studiosi della letteratura cinese.

Quando egli frequentava gli ultimi anni della scuola elementare, cominciava a leggere molti libri, in particolare libri di letteratura sia quella giapponese sia quella cinese sia traduzioni di romanzi occidentali. Secondo la sua autobiografia, amava molto Dostoevskii e Tolstoj lo faceva pensare sul significato della vita. Sempre secondo la sua autobiografia, quando frequentava la scuola media, era molto attratto dalla filosofia di Laozi e di Zhuangzi. I testi di Laozi e di Zhuangzi non erano i testi classici insegnatigli da suo nonno; quest'ultimo gli insegnava i classici del confucianesimo e non quelli del taoismo. Anzi egli dice che si interessava a Laozi e Zhuangzi anche per contrapporsi alla filosofia confuciana impostagli nelle lezioni di suo nonno. Quando all'età di 16 anni – continua a raccontare nella sua autobiografia – entrò nella scuola media superiore, il suo maggior interesse intellettuale si spostò dalla filosofia taoista alla filosofia di Kitaro Nishida (西田幾多郎, 1870–1945). Nishida è il filosofo giapponese più stimato ed allora era professore all'Università di Kyoto.

Durante il suo studentato presso la scuola media superiore finalmente egli cominciò a interessarsi alla fisica, ma ancora senza determinazione. Quando all'età di 19 anni si iscrisse all'Università di Kyoto, fortemente attratto dalle notizie della nuova fisica, iniziò a studiare seriamente la fisica; era il 1926: appunto un anno prima furono pubblicate la teoria di Heisenberg e quella di Schrödinger, teorie che fondarono la meccanica quantistica che conosciamo oggi. Egli lesse i libri di Plank; pur con la massima stima nei confronti dello scopritore dei quanti, trovò che ciò che dice Plank non soddisfa a tutto ciò che le nuove scoperte esigono. Poi lesse un libro di Born e poi nuovi articoli di Schrödinger.

Allora all'Università di Kyoto non c'era nessun docente che conoscesse bene la meccanica quantistica e il giovane Yukawa dovette studiare da solo la meccanica quantistica leggendo libri ed articoli. Il prof. Tamaki, titolare della cattedra di Fisica Teorica, assunse formalmente il ruolo del relatore della tesi, dando l'assoluta libertà allo studente. Nel 1929 Yukawa si laureò discutendo una tesi sulla teoria di Dirac del 1928, teoria che fondava la meccanica quantistica relativistica. La sua tesi però non comportava contributo originale.

Dopo la laurea Yukawa divenne assistente senza stipendio sempre all'Università di Kyoto, cioè semplicemente una persona autorizzata a usufruire della struttura universitaria senza recepire compenso per le sue attività di ricerca. Anche in questa situazione, dovette studiare senza maestro leggendo articoli e libri. Tuttavia tra i giovani della stessa generazione si trovavano persone che studiavano la meccanica quantistica; queste persone, tra cui Shin'ichiro Tomonaga (朝永振一郎, 1906–1979, premio Nobel per la fisica nel 1965), divennero poi suoi collaboratori.

Nel 1929 Heisenberg e Dirac visitarono il Giappone e Yukawa ebbe l'occasione di assistere a loro conferenze, il che gli dette un grande stimolo. L'interesse di Yukawa si rivolgeva alla struttura del nucleo dell'atomo; si interessò anche al lavoro fondamentale di Heisenberg e Pauli del 1929 per l'elettrodinamica quantistica. La notizia della scoperta del neutrone nel 1932 mutò la situazione della ricerca sulla struttura del nucleo. All'inizio del 1934 fu pubblicato il lavoro di Fermi sulla decomposizione β ; anche Yukawa aveva pensato un'idea simile a quella di Fermi. Ma constatando che la teoria di Fermi non dava soluzione al problema della coesione del nucleo, dopo dure e lunghe riflessioni, ebbe l'idea dell'esistenza dei mesoni: particelle di peso medio. Era l'autunno del 1934. Novembre 1934 ne fece un'esposizione ad un convegno a Tokyo; nel 1935 il suo lavoro sull'interazione di particelle elementari fu pubblicato sugli annali della Società matematica e fisica del Giappone. Era il suo primo articolo pubblicato.

Va ricordato che la teoria dei mesoni di Yukawa è il frutto di studi e riflessioni solitari e lunghi; studiava nella condizione in cui poteva sì leggere tutti i nuovi articoli ma non aveva contatti diretti con i fisici più informati delle attualità della ricerca nel mondo, se non saltuarie conferenze di rari visitatori stranieri o studiosi giapponesi che avevano studiato la fisica in Occidente. Yukawa fino allora non aveva viaggiato all'estero; compierà il suo primo viaggio all'estero solo nel 1939.

Dopo il disinteresse iniziale della comunità scientifica, la scoperta sperimentale nel 1937 di una particella avente un peso simile fece volgere l'attenzione dei fisici del mondo verso la teoria dei mesoni di Yukawa. Nel 1947 fu scoperta sperimentalmente il mesone π ipotizzato da Yukawa e nel 1949 ricevette il massimo riconoscimento dall'Accademia Svedese.

Intanto Yukawa riprese la sua riflessione sui problemi posti nel lavoro di Heisenberg e Pauli del 1929 sulla quantizzazione dei campi: infatti nella loro teoria alcune quantità risultavano infinite contrariamente ai principi della fisica. Per superare questa difficoltà della divergenza, nel 1950 propose una teoria dei campi non locali. Anche il lavoro del suo compagno di studio Tomonaga mirava ad un analogo obiettivo. Ancora nella stessa direzione della ricerca, nel 1966 propose la teoria dei *domini elementari*, negando la continuità assoluta dello spazio-tempo e preferendo i *domini*. Certo, oggi si può dire che la fisica contemporanea ha trovato altre soluzioni usando la teoria della *gauge* e i quark. Ma la filosofia con cui Yukawa proponeva varie ipotesi di soluzione può senz'altro essere ancora valida.

Quando nel 1966 Yukawa propose la teoria dei domini elementari, non pochi hanno pensato che in questa idea di Yukawa si trovasse un'influenza del pensiero orientale, in particolare della filosofia di Laozi e di Zhuangzi. Può essere utile ricordare che alle riunioni informali sulla fisica fondamentale che Yukawa organizzava dopo il suo pensionamento egli dette il nome "riunione di *konton*"; "*konton*" (混沌, in cinese *hundun*), che significa il "caos" ovvero lo "stato primordiale dell'universo prima di differenziazioni", è infatti uno dei termini preferiti da Zhuangzi. Non credo che sia opportuno tentare in questa sede di dare giudizio sulla questione sull'influenza della filosofia orientale sull'idea di Yukawa di proporre la teoria dei domini elementari, visto che si tratta di un problema così profondo da richiedere la competenza specialistica della fisica delle

particelle elementari e la conoscenza altrettanto approfondita della filosofia di Laozi e di Zhuangzi. Mi limito dunque a citare Y. Katayama, uno dei più stretti collaboratori di Yukawa, che, in un libro divulgativo, cerca di dare una spiegazione alla teoria dei domini elementari di Yukawa citando una frase del poeta cinese Lǐ Bái (701–762), frase preferita da Yukawa:

夫
天
地
者
萬
物
之
逆
旅
光
陰
者
百
代
之
客

李
白

*Fū tiān dì zhě wàn wù zhī nì lǚ,
Guāng yīn zhě bǎi dài zhī guo kè.
Lǐ Bái*

*Sono il cielo e la terra
coloro che offrono rifugio
a tutte le creature in viaggio,
Il tempo: alternarsi della luce e dell'ombra
è da cento generazioni
forestiere in eterno passaggio.
Lǐ Bái*

Bibliografia

- [1] AA. VV.: *Iwanami sugaku jiten* (in giapponese), (*Dizionario di matematica di Iwanami*), II. ed., Articolo “Wasan”. 1968, Iwanami (Tokyo); traduzione inglese col titolo: *Encyclopedic dictionary of mathematics*. 1989, The MIT Press.
- [2] Hidetoshi Fukagawa: *Nihon no sugaku to sangaku* (in giapponese), (*Matematica del Giappone e “sangaku”*). 1998, Morikita (Tokyo).
- [3] Li Di: *Zhongguo shuxue shi jianbian* (in cinese), (*Compendio di storia della matematica cinese*). 1984, Liaoning Renmin Chubanshe (Shenyang).
- [4] Kinnosuke Ogura: *Nihon no sugaku* (in giapponese), (*Matematica del Giappone*). 1940, Iwanami (Tokyo).
- [5] Qian Baocong (ed.): *Zhongguo shuxue shi* (in cinese), (*Storia della matematica cinese*). 1964, Kexue Chubanshe (Beijing).
- [6] Fumitaka Sato: *Yukawa Hideki ga kangaeta koto* (in giapponese), (*Quello che Hideki Yukawa pensò*). 1985, Iwanami (Tokyo).
- [7] Hideki Yukawa: *Me ni mienai mono* (in giapponese), (*Ciò che non si può vedere con gli occhi*) con Introduzione di Y. Katayama. 1976, Kodansha (Tokyo).
- [8] Hideki Yukawa: *Butsuri kogi* (in giapponese), (*Lezioni di fisica*). 1977, Kodansha (Tokyo).
- [9] Hideki Yukawa: *Tabibito - aru butsuri gakusha no kaiso* (in giapponese), (*Viaggiatore - ricordi di un fisico*). 1958, Asahi Shinbun (Tokyo).