

Konstantin Eduardovich Ziolkowski

Tutt'ora le prime invenzioni di K. E. Ziolkowski, cioè l'aerostato (il dirigibile interamente saldato) e la galleria aerodinamica si "vagliano" come il grano nel granaio del sapere.

L'uomo, lo scienziato, l'inventore e il maestro

Dedicato ai 100 anni dell'Aviazione russa

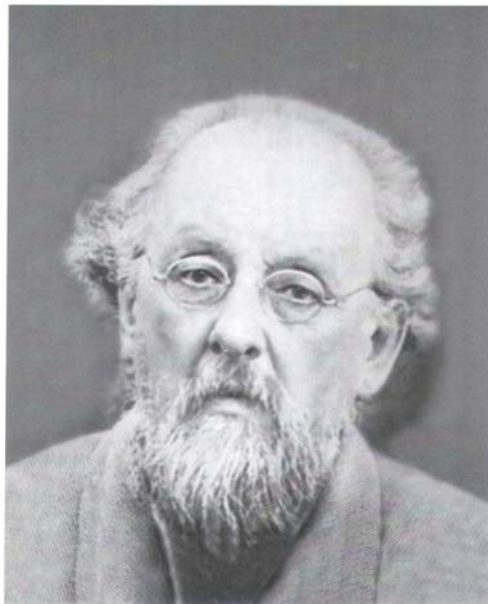
Larisa Nikolaevna Kosta-Belobrzechkaja [1]
&
Nicola Bartolomeo Francesco Costa [2]

«Le ragioni principali della mia esistenza erano di fare qualche cosa di utile per la gente, non sprecare invano la mia vita e promuovere l'umanità avanti di qualche passo...»

«L'umanità non rimarrà per sempre sulla Terra, ma nella corsa alla luce e allo spazio, penetrerà, dapprima, con una certa timidezza, oltre i confini dell'atmosfera, dopo di che, conquisterà per sé tutto lo spazio attorno al Sole»

«Quello che non è possibile oggi, sarà possibile domani» è il credo di K. E. Ziolkowski.

K. E. Ziolkowski



Константи́н Эдуа́рдович Цю́ковский

Le invenzioni e le strategie degli inventori

Albert Einstein, vincitore del Premio Nobel per la Fisica teorica del 1921, nel 1955 scrisse: “È dalla crisi che nascono l’inventiva, le scoperte e le grandi strategie. Chi la supera, supera se stesso senza essere superato. Senza crisi non ci sono sfide, e senza sfida la vita è una routine, una lenta agonia. Senza crisi non ci sono meriti. È dalla crisi che affiora il meglio di ciascuno, poiché senza crisi ogni vento è una carezza”.

K. E. Ziolkowski ha vissuto la sua vita in tempi di crisi e di povertà, ma il suo contributo alla scienza e alla società rimane importantissimo. Lui ha superato la crisi dei tempi duri, sfidando la *routine* russa in una cittadina della provincia di Kaluga. La sua mente di inventore era talmente straordinaria, tanto che nel Ventunesimo secolo ci si permette di dire che Ziolkowski sia stato uno dei più grandi protagonisti della storia mondiale della scienza aerospaziale, il pioniere dell’aeronautica ed il Patriarca dell’aerodinamica e degli studi sullo spazio. Ancora oggi le sue invenzioni sono di grandissima utilità alla società.

Un segnale d’allarme sulla necessità di incrementare i processi di invenzione, mette in evidenza come sia auspicabile da una parte aumentare l’attenzione delle imprese, delle università e delle accademie scientifiche, e dall’altra parte favorire il flusso e la trasparenza di informazioni del sistema produttivo e bancario, per poter produrre nuovi risultati e formare la classe dei dirigenti-inventori e degli scienziati.

È risaputo che una delle fondamentali leggi della natura, cioè la legge della conservazione della massa, è stata scoperta e sperimentalmente confermata da M. Lomonosov, in Russia, pur essendo spesso invece attribuita allo scienziato francese A. Lavoisier, come dunque se appartenesse al novero delle invenzioni dell’Occidente. Ugualmente, le formule di trasformazione degli integrali in volume negli integrali sulla superficie sono state proposte dallo studioso russo di matematica M. V. Ostrogradsky, ma vengono invece imputate esclusivamente allo scienziato inglese Green, solo raramente citando i due nomi insieme come “*equazione Green-Ostrogradsky*” (come nel 1828). E ancora: nonostante K. E. Ziolkowski abbia presentato la teoria sulle ali tipo “*Antoinette*”, poi studiata in dettaglio da N. E. Zhukovky, la ricerca venne pubblicata dai tedeschi Karman e Trefftz, con ben 7 anni di ritardo; tali inventori pertanto hanno scritto una pagina della storia della scienza e dell’ingegneria, firmando soltanto con il loro nome le ali “*profile di Karman e Trefftz*”. Per concludere questo elenco di false attribuzioni, possiamo ancora citare la formula del calcolo di forze d’azione della corrente sulle ali, che si deve all’accademico russo S. A. Chaplyghin, formula che viene abitualmente chiamata ‘*di Blasius*’ nella bibliografia internazionale. Questi rappresentano solo alcuni degli esempi di invenzioni “puramente” russe, che non sono state apprezzate correttamente né dalla Madre Russia, né dalla società, né dalla comunità scientifica internazionale.

Riteniamo interessante anche ricordare che il Premio Nobel per la Medicina (1908) Ilya Ilyich Mechnikov fu costretto ad immigrare in Francia per proseguire il suo lavoro di ricerca nel laboratorio di L. Pasteur, così come Sofia Kovalevskaya insegnò Matematica presso l’Università di Stoccolma alla fine del XIX, dato che intraprendere la carriera del docente universitario e occuparsi di Scienze matematiche, a quel tempo, era un’attività preclusa alle donne in Russia.

Sulla base di queste considerazioni, possiamo affermare che la crisi, come quella che stiamo attualmente attraversando, richiede una notevole mobilitazione di forze, costringe lo scienziato a fare scelte e a presentare al mondo le sue invenzioni: la crisi, insomma, per poter essere superata in modo adeguato, deve funzionare da “sveglia” per la società. Saper reagire, inventare e scoprire aiuta.

K. E. Ziolkowki, un inventore innato

Ziolkowski era un modesto scienziato e un umile insegnante di scuola: un uomo semplice, un diamante grezzo nascosto nel mezzo delle terre russe di Kaluga e non stupisce che il suo nome fosse quasi sconosciuto alla comunità scientifica internazionale. Ziolkowski però possedeva un grande talento e una fantasia scientifica che gli hanno permesse di salire al vertice della scala del successo, soprattutto con l'avvento della rivoluzione sovietica del 1917, infatti Konstantin Eduardovich Ziolkowski viene considerato il fondatore della teoria moderna del volo di missili e dell'aerodinamica. Chissà se non fosse esistito Ziolkowski, se nel 1961 Yuri Gagarin avrebbe potuto volare nello spazio! Una volta Ziolkowski scrisse: *“La vita mi ha preparato molte sorprese dolorose, soltanto la mia anima che esultava dalla gioia di avere le idee, come un oceano, mi ha aiutato a sopportare tutto ciò”*. Lui era un vero scienziato naturalista: le sue osservazioni, i suoi sogni, i suoi calcoli e i suoi pensieri erano connessi alla sperimentazione e alla produzione di modelli tecnici.

Un angolo dell'area urbana dedicata alla scienza aerospaziale,
cioè il giardinetto Chkalovskij. San Pietroburgo, 2012

Dal sotto al sopra: il primo – K. Ziolkowski; il secondo – S. Koralev; il terzo – Yu. Gagarin



L'inizio

L'uomo modesto e curioso che Konstantin Eduardovich Ziolkowski fu, nacque a Iz'evskoe, nel distretto di Spasskoe della Regione di Riazan', il 5 (il 17 /del vecchio stile/) settembre del 1857. Il suo carattere si temprò con l'esperienza di lavoro negli forni durante gli anni duri della miseria e della povertà economica, comunemente diffuse in Russia. In quei tempi il Paese era minacciato dai cosiddetti passaggi epocali della storia mondiale del Novecento, con la spada di Damocle delle guerre sanguinose e della Rivoluzione d'ottobre del 1917. K. E. Ziolkowski formò la sua cultura personale tramite la lettura dei pochi libri disponibili a quei tempi; lui stesso ha ricordato nella sua

autobiografia: « Nonostante che di libri ce ne fossero pochi e non avessi altro per apprendere, nonostante non ci fossero indicazioni né aiuto e molte cose fossero incomprensibili nei libri, io riuscivo a trovare tutte le spiegazioni da solo. Insomma, in una parola, dominava l'elemento creativo, quell'elemento derivato dalla capacità di autodidattica, di autosviluppo e di originalità». Per queste ragioni dunque possiamo dire che Ziolkowski non fu una persona di altissima cultura tecnico-scientifica, ma piuttosto un fenomeno di genialità ereditaria, esempio di autodidatta sostenuto da una forte e autentica passione per le scienze.

Malgrado i tempi fossero davvero difficili, Ziolkowski riuscì a conservare le sue straordinarie capacità di pensiero scientifico indipendente, mantenendo sempre la mente lucida e l'occhio acuto: «Per questo dovevo pensare in modo indipendente sempre di più e spesso capitavano le vie sbagliate. Erano frequenti i casi in cui io inventavo e scoprivo cose già note. Tuttavia sono abituato a pensare e ad avere cura di tutte le cose in modo critico. Dopo tutto, io pensavo che l'originalità fosse insita nella mia natura».

Ziolkowski ricordata ancora nella sua autobiografia: «Gli sprazzi di lucidità seria e intellettuale in questo periodo della mia vita, sono apparsi durante le letture. Così, a quattordici anni, ho pensato di studiare l'Aritmetica, anche se non tutto mi sembrava completamente chiaro e comprensibile. Da quel momento ho capito però, che i libri erano strumenti poco difficili e abbastanza accessibili per me. Ho iniziato a studiare alcuni libri di mio padre sulle Scienze naturali e sulla Matematica con una certa curiosità e capacità di comprensione. Mi sono interessato all'astrolabio, la misura delle distanze dagli oggetti irraggiungibili. E così io ho costruito l'altimetro. Con lo studio dell'astrolabio, non uscendo da casa, ho misurato la distanza dalla torretta dei pompieri, trovando che corrisponde a 400 arscin. Verificando dal vero ho riscontrato la corrispondenza. Così ho creduto nel sapere teorico».

All'età di dieci anni, il piccolo Konstantin Ziolkowski, agli inizi del rigidissimo inverno, divertendosi con lo slittino sulla neve, si ammalò di scarlattina; la malattia fu fastidiosa e le complicazioni sulla salute del piccino pesanti e terribili, tanto che rimase sordo, menomazione che lo accompagnò per tutta la sua vita. Il bambino non poté nemmeno studiare a scuola. Ziolkowski, molti anni dopo, scriverà: «La sordità fa in modo che la mia biografia sia poco interessante, perché mi toglie i contatti personali con la gente, le osservazioni e le assimilazioni. La mia biografia è povera di persone e di incontri».

A 16 anni suo padre mandò il figlio a Mosca per studiare, proprio in quella città in cui era forte il desiderio della conquista degli spazi del cielo da parte dell'uomo e a Ziolkowski balenò il pensiero di contribuire a quell'impresa. Fu in quel momento che ritenne che fosse possibile navigare nello spazio cosmico usando le proprietà delle forze centrifughe. «Che cosa leggevo a Mosca e che cosa mi interessava? In primo luogo le scienze esatte...». «Io non avevo maestri. Per questo posso essere considerato un autodidatta puro sangue» Konstantin E. Ziolkowski scriveva al Prof. N. A. Pinin, nel 1926. «Per questo mi sono interessato di cose che non fornivano né pane, né forze. Però, io spero che i miei lavori probabilmente presto, oppure forse nel futuro lontano, offriranno alla società le montagne di pane e l'abisso del potere».

Certamente, dunque, Ziolkowski non fu un illustre scienziato, ma un geniale personaggio di spicco nascosto nel mezzo della campagna russa nella provincia di Kaluga, nel cuore dell'Impero Russo, distanti da Mosca, l'odierna capitale, circa 6 ore di viaggio in treno. Se al tempo di Ziolkowski, le strade provinciali si snodavano tristemente tra izbe in legno e rarissime costruzioni in mattoni, ancora oggi attraversano quella sconfinata pianura stesa tra colline e collinette, in cui la vastità degli spazi fa perdere le loro tracce nel verde delle foreste e nel grigio-azzurro del cielo, là dove il letto del fiume Oka e dei corsi d'acqua Ugra e Osetr tagliano i campi e i boschi, formando aree paludose e poco praticabili, là dove la vista si perde nelle prospettive di verde d'estate e di bianco d'inverno. Paesaggi questi che magari suscitano l'impressione che le popolazioni potrebbero risvegliarsi dal profondo sonno in cui vivono. Paesaggi su cui pare di sentire aleggiare le note del celeberrimo compositore S. Rachmaninov, oltre a mantenere vivo lo spirito della mente scientifica che caratterizzò le invenzioni di Konstantin E. Ziolkowski.

Proprio qui infatti Ziolkowski viveva e lavorava, come semplice insegnante di scienze presso l'Istituto tecnico di Borovskoje della regione di Kaluga, dopo aver sostenuto gli esami da privatista a Mosca nel 1879 e aver conseguito il diploma. La cittadina di Kaluga e i suoi sobborghi erano luoghi piuttosto noiosi, assai malinconici, in cui si conduceva una vita monotona e deprimente: soltanto Ziolkowski era una stella in quell'ambiente pettegolo e provinciale.

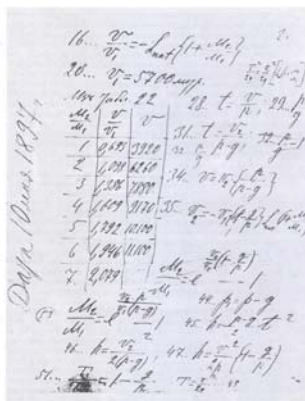
Era abitudinario: si alzava di buon'ora, esattamente alle 8 di mattina, lavorava per quattro ore, dopo di che correva in bicicletta per una decina di chilometri e tornando a casa si metteva nella sua poltrona comoda e scriveva gli appunti sulle nuove invenzioni.

Il modesto lavoro di maestro di scuola gli consentiva di essere libero, e pertanto lo preferiva a quello dei funzionari amministrativi nei ministeri di Mosca o di San Pietroburgo.

Negli anni 1890-1891, K. E. Ziolkowski propose una ricerca sul *“Problema del volo per mezzo delle ali”* che in seguito venne pubblicata nella raccolta delle opere dell'Associazione degli animatori di Scienze Naturali, grazie al sostegno di A. G. Stoletov, professore dell'Università di Mosca nel 1891. Finalmente nella bibliografia scientifica internazionale, comparve come prima pubblicazione di grande valore tecnico: Ziolkowski sottolineava l'importanza dell'ala oblunga, fornendo un'analisi matematica del fenomeno; i risultati furono confermati grazie a uno strumento inventato e costruito con le sue stesse mani. In seguito, difendendo le sue idee sul dirigibile e volendo ottenere i coefficienti precisi di resistenza dell'aria per corpi di forme differenti, per la prima volta in Russia, Ziolkowski infatti realizzò una galleria del vento a Kaluga, dove abitava, nel 1897. Lui stesso inventò e costruì lo strumento, introducendo il termine di **vozdohoduvka**, traducibile con **“il soffiatore”**. Successivamente Ziolkowski pubblicherà la sua descrizione tecnica, mostrando i primi risultati delle prove e presentando alcune conclusioni.

Questa magnifica, straordinaria opera dell'Aerodinamica sperimentale vide la luce sulla rivista *Messaggero di fisica sperimentale e matematica elementare*, nel 1898. Ziolkowski, avendo acquisito una ricca esperienza di progettazione aerodinamica del dirigibile interamente saldato, ha espresso la sua visione della necessità di sperimentazione sistematica per la determinazione dell'effetto della corrente d'aria sul corpo in movimento nell'aria con una grande chiarezza, accuratezza e sicurezza. A tal proposito scrisse: *“Ah! Come è importante che sia possibile la formulazione precisa delle leggi della resistenza e dell'attrito! Che grande applicazione esse forniscono per la teoria dell'aerostato e dell'aeroplano. Esiste un'area di ricerca nel campo della tecnica e della scienza in cui le leggi di resistenza dell'ambiente elastico non avevano l'importanza? A questo punto auguriamo caldamente la determinazione di queste leggi e promuoviamo ciò che da noi dipende, la produzione di tali prove necessarie per questo”*.

Un foglio del manoscritto di K. Ziolkowski: *“L'esplorazione degli spazi dell'Universo tramite l'uso degli apparecchi reattivi”* (1897)



Страница рукописи К.Э. Циолковского
“Исследования о применении реактивных аппаратов”

La ricerca di Ziolkowski si era basata su prove sistematiche per la determinazione di resistenza dei corpi di diverse forme. Ha chiarito il ruolo delle forze d'attrito per il dirigibile, inoltre ha introdotto le formule del conteggio delle forze d'attrito e la loro natura scientifica, scrivendo che sono simili a quelle che hanno le strutture moderne. Ha anche mostrato l'effetto di poppa del corpo sul valore delle forze di resistenza. Volendo sottolineare l'importanza e la verità completa dei risultati ottenuti, Ziolkowski scrisse: *"Io sono pronto a ripetere volentieri qualsiasi esperimento che è stato descritto in questa pubblicazione. Lo strumento [la galleria aerodinamica – N.d.R.] che è stato costruito da me stesso, è a basso costo, comodo, semplice e inoltre velocemente risolve i problemi teorici, così come io devo considerare la necessità che esso possa appartenere a ogni università oppure ad ogni facoltà di Fisica"*.

Le straordinarie previsioni di Ziolkowski sul valore della galleria aerodinamica e il suo programma di ricerca sull'Aerodinamica sperimentale sono state confermate completamente nello sviluppo seguente dell'aviazione e dell'aeronautica. Inoltre è molto importante sottolineare che i pensieri di Ziolkowski e le sue sperimentazioni rispondono al progetto di ricerca sulla resistenza dell'aria che è stata proposta da D. I. Mendeleev¹ nella sua pubblicazione: *La resistenza dei liquidi e l'aviazione*, del 1880. Il Prof. D. I. Mendeleev scriveva: *"Sono da sottolineare gli studi teorici per risolvere il problema della resistenza dell'ambiente. Tuttavia considerando gli studi sperimentali correlati alla teoria nell'opera che tratta della resistenza, bisogna scendere in basso, cioè alle prove e alle misure, se si vuole che sia raggiunta la perfezione dell'ipotesi e della teoria della ricerca; e poi anche i risultati sperimentali, ma anche le prove stesse e le misure stesse hanno la proprietà di condurre al comprendere la natura del soggetto di studio. I tentativi possono abbracciare subito tutto il significato del soggetto di studio"*. E ancora: *"Sono necessarie insistenza ed esperienza solida e intelligente per risolvere il problema, ma le costruzioni mentali immature e senza esperienza andranno alla deriva di qua e di là come una corda, finché trattate in questo modo dalle prove prenderanno la strada giusta che condurrà dopo di sé oppure con sé tutta la natura della sapienza derivata dall'esperienza, come il cavallo che ha imparato la frusta e la corda conduce dove deve portare"*. In alcune pubblicazioni e nei lavori di ricerca realizzati, Mozhajskij, Zhukovskij, Ziolkowski, straordinari e famosi ingegneri russi, hanno appoggiato attivamente queste dichiarazioni profonde di D. I. Mendeleev che nella sua sostanza rappresentavano il programma della scienza russa d'avanguardia.

Nel 1899, K. E. Ziolkowski fece richiesta all'Accademia delle scienze di finanziamenti per produrre gli esperimenti sulla determinazione di forze di resistenza dei corpi che vengono depositati nella corrente d'aria prodotta artificialmente. Contestualmente presentò i risultati delle sue prove sperimentali precedenti, pubblicati sulle riviste scientifiche. Per la valutazione dei lavori di ricerca di Ziolkowski, l'Accademia delle Scienze incaricò M. F. Rikachev, membro dell'Accademia, che riportò una relazione positiva e scrisse: *"Questi esperimenti vanno considerati con grandissima attenzione da parte dell'Accademia stessa sia per le idee, che per la varietà delle prove sperimentali"*.

¹ D. I. Mendeleev, professore dell'Università di San Pietroburgo e figura straordinaria della storia delle scienze naturali, è stato uno tra i massimi scienziati russi: a lui deve la tavola periodica degli elementi chimici, che fu la sua più celebre opera scientifica a livello internazionale.

Il disegno 1. *La descrizione schizzata delle prove della resistenza d'aria.
La vista laterale.*

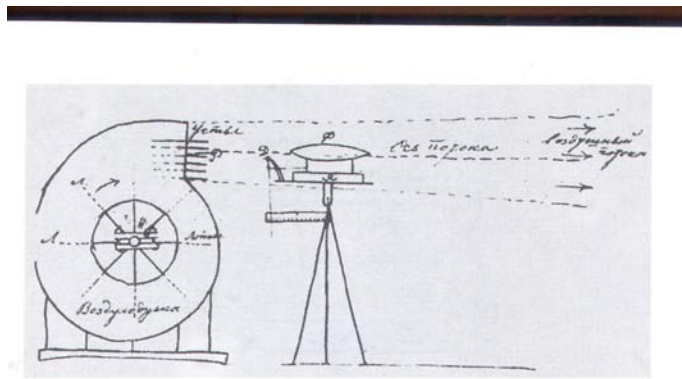


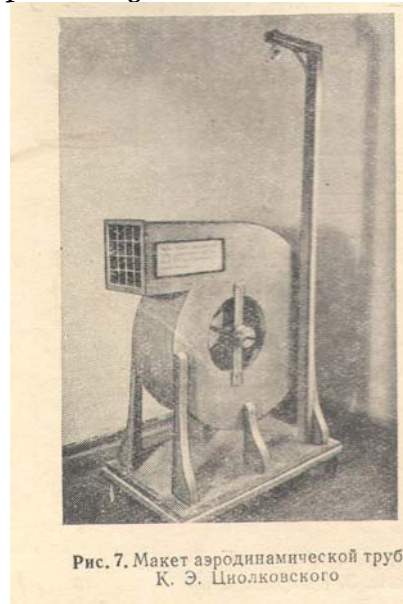
Рис. 1. Общее расположение опытов по сопротивлению воздуха.
Боковая горизонтальная проекция

Malgrado i mezzi casalinghi e primitivi utilizzati da Ziolkowski come inventore, infatti egli riuscì a raggiungere un notevole livello di determinazione della velocità delle correnti d'aria, secondo i differenti vari pesi che portano in movimento la galleria aerodinamica del vento. *“L’inventore ha determinato la dipendenza della resistenza dalla velocità di corrente e dalla forma oblunga. Queste prove sono assai interessanti e sono condotte con lo scopo di determinare l’effetto della parte di poppa dei corpi. Considerando tutte queste cause, la realizzazione di prove su scala più ampia e con l’uso di strumenti più precisi sarebbe estremamente desiderabile, e io mi permetto di chiedere il sostegno di finanziamenti dal fondo monetario che e’ stato destinato alle esigenze scientifiche”*.

In seguito alla relazione favorevole di M. A. Rikachev, il Dipartimento di Fisica e di Matematica dell’Accademia delle Scienze decise di dare a K. E. Ziolkowski un sostegno finanziario di 470 rubli per la realizzazione della sua opera, rendendo dunque possibili nuovi esperimenti. Il progetto dettagliato di queste prove venne presentato all’Accademia delle Scienze nel maggio dell’anno 1900. La somma di 470 rubli costituì il primo e unico sostegno finanziario che Ziolkowski ricevette dal governo russo, prima della rivoluzione del 1917. Ecco che costruì la nuova galleria aerodinamica, che nella parte operativa aveva la sezione di un quadrato di dimensioni pari a 71x71 cm². *“Sono stati assemblati gli strumenti per misurare tutto ciò che è stato costruito, per quasi sei volte e di nuovo rifatto, finché la corrente d’aria non è stata prodotta in modo quasi sufficiente.*

Alla fine del 1900, iniziarono le prove e nel dicembre del 1901 Ziolkowski presentò la sua relazione presso l’Accademia delle Scienze Russe (ex URSS/Russe), nella quale dichiarò la realizzazione del progetto. La risposta dei dirigenti del Dipartimento di Fisica e di Matematica dell’Accademia delle Scienze sui risultati ottenuti da Ziolkowski probabilmente fu favorevole, anche se nella sostanza non espresse alcun interesse alle sue ricerche. Va detto anche che alcune lettere che Ziolkowski aveva spedito all’Accademia delle Scienze, rimasero senza risposta.

La figura 1. *Il prototipo della galleria aerodinamica di K. E. Ziolkowski*



“ma-rā jād astva tu-rā farā mūs!”

(tradotto dal farsi: “io ho la memoria, ma tu non c’è l’hai!”)

“Your word is a lamp to my feet” (tradotto dal inglese (ebraico):

“la tua parola è una lampada al mio piede” Salmo del Re Davide 119:105)

In conclusione di questo *excursus* sulle opere del grande russo, dobbiamo ancora amaramente citare la storia di **FAU-2**, descritta dal generale tedesco Walter Dornberger negli anni 1930-1945, per far riflettere sulle invenzioni e sulla delicatezza del campo di ricerca in cui possono lavorare molti scienziati. Dornberger era il coordinatore di un progetto segretissimo della Germania del Terzo Reich; aveva condotto un programma sperimentale per la produzione dell’arma di un supermissile a lungo raggio d’azione. Una volta aveva dichiarato che questa arma avrebbe potuto salvare Hitler e il suo regime dalla disfatta della coalizione antifascista se fosse stata inventata in tempo giusto, cioè almeno nel 1943-44. Dornberger era convinto che la vittoria dell’Europa sarebbe stata impossibile in questo caso. Per nostra fortuna questi risultati non furono raggiunti. La galleria aerodinamica tedesca era simile a quella inventata da Ziolkowski nel 1900-1901, rimasta fuori uso fino al 1939. Il gruppo di ricerca di Dornberger aveva capito che il sistema di comando non aveva la potenza sufficiente per contrastare le forze aerodinamiche. **“Fau”** (missili) A-3, A-5, A-4 avevano migliorato la loro superficie di coda stabilizzando il sistema, perché le ultime prove nella galleria aerodinamica avevano mostrato che era necessario realizzarle più corte. Questi risultati avevano convinto il Dr. Hermenn già nel aprile del 1937 e il Dr. Bekker, chiamato come consulente, confermava il suo interesse per la collaborazione sul progetto di Peenemunde per la costruzione della galleria aerodinamica supersonica; si prevedeva di realizzarla in modo più efficace migliorando le sue dimensioni e la sua potenza. A questo punto, essa fu realizzata nei boschi della Germania nazista. La base militare per gli esperimenti fu bombardata ed in parte (non completamente) distrutta e danneggiata dagli alleati; così **FAU-2 super segreto** non è mai stato prodotto.

Quello che stupisce di più è che Ziolkowski realizzò la galleria aerodinamica negli anni 1900-1901 e in patria essa non fu in funzione fino al 1939. I tedeschi probabilmente copiando qualche cosa, produssero la galleria aerodinamica in pochissimo tempo grazie a finanziamenti ottenuti per esigenze militari.

Ziolkowski inventava e produceva praticamente senza fondi per far avanzare la società, mentre i nazisti realizzavano progetti di distruzione della società, potendo contare su un

capitale messo appositamente a loro disposizione. Il paradosso di ieri è ancora quello di oggi: saper gestire i soldi per la ricerca e la società!

Il pensiero e la fantasia plasmano le invenzioni

Per concludere, vorrei lasciare l'ultima parola a Ziolkowski: *“Io ho lavorato, studiando. Perché nel corso della mia vita non soltanto pensavo e facevo i calcoli, ma realizzavo lavorando con le mie mani. Però non si può prescindere dalle idee: il pensiero precede la realizzazione, al preciso calcolo s'avanza la fantasia”*.

Bibliografia:

1. K. E. Ziolkowski, “Il primo modello dell'aerostato fatto in Ferro, cioè interamente in metallo”, Kaluga, Russia, 1913.
2. K. E. Ziolkowski, “Le opere complete”, Mosca, Scienze (Nauka), vol.2, Russia, 1954.
3. K. E. Ziolkowski, “Le opere complete”, Accademie delle Scienze Russe, Scienze (Nauka), Mosca, Russia, 2007 (2009).
4. Roberto Zuccato, *Prepariamoci al meglio*, in *Industria Vicentina*, Magazine 1/2009, Confindustria, Vicenza - Istituto Promozionale per l'Idustria srl-soc.unip. Piazza Castello, 3, Vicenza, Italia, 2009.
5. K. E. Ziolkowski, “Autobiografia”/L'Archivio, Accademie delle Scienze Russe, Mosca, Russia.
6. Professor A. A. Kosmedimianski, “K. E. Ziolkowski, Il famoso divulgatore delle scienze”, Raccolta della Biblioteca del soldato e del marinaio di divulgazione scientifica, edizione Militare del Ministero della Difesa dell'URSS, Mosca, 1954.
7. K. E. Ziolkowski, “La Luna”, “I sogni sulla Terra e sul Cielo” /L'Archivio, Accademia delle Scienze Russe, Mosca, Russia.
8. D. I. Mendeleev “La resistenza degli liquidi e la navigazione nell'aria”, 1880 (“Le opere complete” del Archivio a San Pietroburgo presso la Società di Chimica nominata D. I. Mendeleev”, Russia.
9. Walter Dornberger, “Fau-2. L'arma segreta e superpotente del Terzo Reich, 1930-1945”, traduzione dall'inglese in russo I. E. Polozk, Mosca: ZAO Zentrpoligraf, 2004.
10. B. N. Vorob'ev, “Ziolkowki”, edizione „Molodaja guardia“, Mosca, 1940.
11. K. E. Ziolkowski, “La mia vita e il mio lavoro” (in lingua russa), ed. Aeroflot, Mosca, 1939.

Ringraziamenti:

Ringraziamo Chiara Rossi, il giornalista italiana a Santa Margherita Ligure (Ge) per la rilettura del testo in italiano e particolarmente la Società di Chimica nominata D. I. Mendeleev a San Pietroburgo e l'Archivio delle Accademie delle Scienze Russe e La Casa degli Scienziati, Palazzo del Duca Vladimir, Accademie delle Scienze Russe a San Pietroburgo per i documenti e i libri che ci sono stati forniti per poter realizzare questa pubblicazione di divulgazione scientifica sulla vita e sui lavori compiuti da K. E. Ziolkowski..

Gli autori:

[1] Larisa N. Kosta-Belobrzeczkaja (Лариса Н. Коста-Белобржецкая), Casa degli Scienziati, Palazzo del Duca Vladimir, Accademie delle Scienze Russe, Dvorzovaja nab. 26, San Pietroburgo, Russia.

[2] Nicola Bartolomeo Francesco Costa (Никола Бартоломео Франческо Коста), Facoltà di lingue e letterature straniere, Università degli Studi di Genova, Genova, Italia.