



ACCADEMIA NAZIONALE DEI LINCEI

Convegno

80+80=160

VITO VOLTERRA NEL CENTENARIO DELLA SUA PRESIDENZA LINCEA

21-23 SETTEMBRE 2022

A B S T R A C T

Comitato Ordinatore: Giorgio PARISI (Presidente della Classe di Scienze Fisiche, Matematiche e Naturali), Luigi AMBROSIO, Giovanni BATTIMELLI, Giovanni JONA-LASINIO, Massimo INGUSCIO, Annibale MOTTANA, Roberto NATALINI, Giovanni PAOLONI, Francesco PEGORARO, Renzo PIVA, Alberto QUADRIO CURZIO, Carlo SBORDONE, Alberto TESEI

PROGRAMMA

“Due fatti ho voluto mettervi davanti agli occhi: l'avvicinamento tra il pubblico e gli uomini di scienza, dovuto allo stato d'animo che negli uni e negli altri ingenera il sentimento scientifico dominante nel mondo odierno; e la grande crisi che agita oggi tanti rami del sapere. All'uno e all'altro di essi corrispondono nuovi bisogni della umana società, bisogni cui ogni Paese deve soddisfare se non vuole che si arresti o languisca la propria vita intellettuale e che si inaridiscano le fonti della propria prosperità” (V. Volterra, *Il momento scientifico presente e la nuova Società Italiana per il Progresso delle Scienze*, in 'Scientia' vol. II, n. 4, 1907). Parole di inalterata attualità, che mostrano come Vito Volterra abbia illuminato la scienza italiana e mondiale, unendo la sua passione per la ricerca a un impegno civico connotato dall'antifascismo, al vertice delle istituzioni culturali italiane e internazionali, e nel Senato del Regno d'Italia.

Questo convegno doveva svolgersi nel 2020 per celebrare il centenario dell'inizio della presidenza Volterra dell'Accademia dei Lincei (1920-1926), in coincidenza con i centosessanta anni dalla sua nascita e gli ottant'anni dalla sua morte. Purtroppo, a causa della pandemia, è possibile svolgerlo solo ora, nel 2022. La difficile sfida è quella di illustrare tutti gli aspetti della sua complessa personalità, senza separare le sessioni in settori tematici, ma facendo dialogare tra loro, negli interventi dei relatori, i suoi molteplici interessi.

Mercoledì 21 Settembre

10.00 Inaugurazione della mostra: “La funzione del mondo”

10.30 Indirizzi di saluto

Roberto ANTONELLI (Presidente dell'Accademia Nazionale dei Lincei)

Giorgio PARISI (Presidente della Classe di Scienze Fisiche, Matematiche e Naturali dell'Accademia dei Lincei)

Maria Chiara CARROZZA (Presidente del Consiglio Nazionale delle Ricerche)

Diederik Sybolt WIERSMA (Presidente dell'Istituto Nazionale di Ricerca Metrologica)

Luigi AMBROSIO (Direttore della Scuola Normale Superiore)

Corrado DE CONCINI (Presidente dell'Accademia Nazionale delle Scienze detta dei XL)

Sessione 1 - Modera: Giovanni JONA-LASINIO

11.30 Luigi AMBROSIO (Linceo, Scuola Normale Superiore): *Dalle funzioni di linea di Volterra all'Analisi Funzionale, in una moderna prospettiva*

12.10 Reinhard SIEGMUND-SCHULTZE (UiA University of Agder): *The early Volterra and his theories of functions of lines and integral equations, in connection with the origins of functional analysis*

13.00 Pausa pranzo

Sessione 2 - Modera: Carlo SBORDONE

- 14.20 Alberto QUADRIO CURZIO (Presidente Emerito Lincei): *Volterra Presidente dei Lincei: interdisciplinarietà di un genio*
- 15.10 Giovanni PAOLONI (Accademia delle Scienze dell'Istituto di Bologna, Sapienza Università di Roma): *Ricordo di Raffaella Simili*
- 15.20 Sandra LINGUERRI (Università di Bologna): *Vito Volterra e l'universo femminile*
- 16.10 Intervallo
- 16.40 Guillermo P. CURBERA (Instituto de Matemáticas IMUS, Universidad de Sevilla): "Il mio primo viaggio in quest'isola incantevole" *The relationship of Volterra with the Circolo Matematico di Palermo*
- 17.30 Martin MILTON (Bureau international des poids et mesures, BIPM) e Céline FELLA: *From mathematics to international metrology, Vito Volterra at the International Committee for Weights and Measures (CIPM)*

Giovedì 22 Settembre

Sessione 3 Modera: Renzo PIVA

- 9.30 Angelo GUERRAGGIO (Università di Milano Bocconi): *Quando Volterra incontra l'economia matematica*
- 10.10 Roberto NATALINI (Consiglio Nazionale delle Ricerche): *Vito Volterra e la nascita dei modelli matematici in biologia*
- 11.00 Intervallo
- 11.30 Giovanni BATTIMELLI (Sapienza Università di Roma): *Vito Volterra e la fisica italiana*
- 12.10 Angelo VULPIANI (Sapienza Università di Roma): *The Role of Theory and Data in Model Building: A Survey Through Example*
- 12.50 Mario A. CHIORINO (Accademia delle Scienze di Torino e Politecnico di Torino): *The theory of hereditary mechanics by Volterra: a milestone for the analysis of structural effects of time-dependent behaviour of concrete*

Venerdì 23 Settembre

Sessione 4 Modera: Francesco PEGORARO

- 9.30 Laurent MAZLIAK (Sorbonne Université - LPSM) e Rossana TAZZIOLI (Université de Lille): *Vito Volterra e la cooperazione italo-francese: dalla prossimità scientifica e intellettuale alla collaborazione nella Grande Guerra*
- 10.10 Annibale MOTTANA (Linceo): *Dalla fisica matematica alla tecnoscienza industriale: il percorso evolutivo di Vito Volterra*
- 11.00 Intervallo
- 11.30 Massimo INGUSCIO (Linceo): *The timeless relevance of Vito Volterra 's lesson for the future of research*
- 12.10 Giovanni PAOLONI (Sapienza Università di Roma): *Non solo matematica. Vito Volterra fra scienza, politica, storia e memoria*

In occasione del convegno sarà allestita la mostra: "La funzione del mondo"
Vito Volterra, una delle figure più importanti e coraggiose della cultura italiana, rivive in una storia a fumetti

(la mostra è visitabile nei giorni: 21, 22, 23 settembre dalle ore 10.00 alle ore 18.00)

ROMA - PALAZZO CORSINI - VIA DELLA LUNGARA, 10
Segreteria del convegno: convegni@lincei.it - <http://www.lincei.it>

Tutte le informazioni per partecipare al convegno sono disponibili su:
<https://www.lincei.it/it/manifestazioni/vito-volterra-presidente-dei-lincei-convegno>

Nel rispetto delle limitazioni imposte per l'emergenza Covid-19, il numero dei posti in sala sarà limitato (vedi: <https://www.lincei.it/it/news/misure-fronteggiare-lemergenza-epidemiologica>).

Si prega di segnalare la presenza alla segreteria del convegno
Fino alle ore 10 è possibile l'accesso anche da Lungotevere della Farnesina, 10
I lavori potranno essere seguiti dal pubblico anche in streaming

Dalle funzioni di linea di Volterra all'Analisi Funzionale, in una moderna prospettiva

Luigi AMBROSIO (Lincoo, Scuola Normale Superiore)

Dopo avere illustrato un contributo giovanile di Vito Volterra allo sviluppo del moderno calcolo differenziale e integrale, discuterò i suoi contributi all'Analisi Funzionale, in una prospettiva volta anche a illustrare i più recenti sviluppi della disciplina

The early Volterra and his theories of functions of lines and integral equations, in connection with the origins of functional analysis

Reinhard SIEGMUND-SCHULTZE (UiA University of Agder)

This talk will emphasize the methodology of Volterra's approach to functions of lines (functionals) and to integral equations. This concerns both the novelty of his approach, and its limits.

The novelty consisted in Volterra's conscious effort in the 1880s to connect to fledgling set theory and to the new theory of functions of real variables (Hankel, Cantor, mediated by Volterra's teacher U. Dini), including the consideration of certain topological properties in spaces of continuous functions (Ascoli, Arzelà). Typical of this old "functional analysis," whose name was coined by Volterra's follower Paul Lévy (1922), was stressing the "passage from the finite to the infinite" by considering "functions of infinitely many variables."

Limits of Volterra's approach consisted in prioritizing classical analysis (including variational calculus, complex functions and differential equations) and his lack of interest in parallel efforts for algebraization with respect to linear spaces and operators (Bourlet, Pincherle in the 1890s) and for further topologizing in abstract spaces (Fréchet 1904), where the elements (functions) were no longer represented individually. The latter, topological tendencies, which were very successful, connected to Volterra's functionals but gave "functional analysis" a totally new meaning. This led Volterra to ignore the work by Stefan Banach and others from the 1920s, while Banach recognized Volterra's pioneering work in the very first sentence of his influential 1932 book.

Volterra's work on integral equations from the 1890s which was influential through I. Fredholm (1903) shows the same ambivalence. On the one hand Volterra actively developed the operator approach by inverting the kernels, on the other hand he stressed that this had nothing to do with his functionals. Still, in his French book of 1936 "General Theory of Functionals" integral equations comprise two thirds of the contents, and the work of the Hilbert school, the other, and mainly separate road towards linear functional analysis, is appreciated there, at least retrospectively.

This puts Volterra and the entire Italian school of generalized analysis at the end of the 19th century into a transitional position between classical analysis and modern functional analysis.

The talk argues from a strictly historical perspective, not from the standpoint of modern research in functional analysis which would most likely open up another dimension for looking at Volterra's work.

Volterra Presidente dei Lincei: interdisciplinarietà di un genio

Alberto QUADRIO CURZIO (Presidente Emerito Lincei)

Vito Volterra (1860-1940) fu una delle massime personalità scientifiche e culturali italiane del XIX e XX e non solo come matematico di fama internazionale.

Lincoo dal 1888, vice presidente dal 1916 al 1923, presidente dal 1923 al 1926, Senatore a vita nel 1905, si può considerare un cofondatore dei Lincei per molti aspetti. Perché, se da un lato completò l'opera di altri presidenti, dall'altro enfatizzò la tensione civilizzatrice

e di progresso della scienza e della cultura in un contesto di ordinata libertà anche fondando vari enti di ricerca tra cui il CNR nel 1923.

Paoloni così lo caratterizza: «*Tre principali impegni sono evidenti nella attività istituzionale di Volterra: 1) la sua attenzione alle relazioni tra comunità scientifica, politica e sviluppo economico; 2) il desiderio di superare i limiti della iper-specializzazione promuovendo incroci che superassero le barriere disciplinari; 3) il suo impegno istituzionale nello sviluppo di campi disciplinari oltre alla matematica ed in particolare di tre tra questi dove era in corso un rinnovamento importante di metodi: l'economia, la biologia, la fisica*>>.

Nella relazione tratterò principalmente di Volterra sotto i profili istituzionali anche con le altre accademie scientifiche di altri Paesi ed anche del suo ruolo cruciale quale Presidente linceo di raccordo tra il Risorgimento e la Repubblica. E cioè del tema (1) e parzialmente del tema (2). Del tema (3) e parzialmente del tema (2) si tratterà nella seconda parte della relazione per gli atti che è stata elaborata da Roberto Scazzieri e da me.

Volterra forte nelle sue convinzioni ideali, culturali e politiche, fu uno strenuo oppositore del fascismo, a cominciare dalla firma, nel 1925, del "Manifesto degli intellettuali antifascisti", redatto da Benedetto Croce (e firmato da vari Lincei tra cui Luigi Einaudi. Il suo rifiuto di giurare fedeltà al fascismo nel 1931, la conseguenza di essere dichiarato decaduto dalla cattedra universitaria e nel 1935 da socio linceo, il suo sacrificio personale di perseguitato anche perché ebreo, contribuirono alla sopravvivenza degli ideali dei Lincei quando dal 1939, furono soppressi ed incorporati nella Reale Accademia d'Italia. Purtroppo la sua scomparsa nel 1940 gli impedì di vedere la Rinascita dei Lincei quando dal 1944 la nostra Accademia riemerse dalla persecuzione della dittatura. Il lascito etico e scientifico di Volterra rimane vivo tuttavia in tutti noi

Vito Volterra e l'universo femminile

Sandra LINGUERRI (Università di Bologna)

La presenza femminile nella costruzione e diffusione del sapere costituisce un percorso che oggi si va sempre più popolando di nomi, scoperte, luoghi, relazioni.

E' nella seconda metà dell'Ottocento che le donne ottennero il libero accesso alle aule universitarie attraverso prassi spesso accidentate e poi all'esercizio della professione superando ostacoli assai impervi. Se è questo è vero in generale lo è stato in modo particolare nelle facoltà scientifiche e tecniche, dove le donne hanno scontato una maggiore difficoltà: quella di un'ipotetica debolezza delle loro menti a confrontarsi con le ardue prove che la scienza richiedeva. Per fortuna su questo sfondo, tra XIX e XX secolo, non mancarono alcuni professori illuminati che trattarono alla pari le (poche) colleghe scienziate e che, senza farsi condizionare dalla falsità del pregiudizio che considerava donne e scienza come due concetti tra loro incompatibili, incoraggiarono e giudicarono parimenti allievi e allieve unicamente sulla base delle capacità e del merito.

Vito Volterra fu uno di questi maestri illuminati, il quale promosse un'organizzazione della ricerca ove anche le donne avevano diritto di cittadinanza. Un diritto pieno giacché esso non si fermava al conseguimento della laurea, ma proseguiva con l'esercizio dell'insegnamento, della pratica in laboratorio, con una visibilità in prestigiose riviste e con una partecipazione a livello istituzionale ed editoriale.

Questo intervento tratteggia le relazioni intessute da Volterra con grandi menti femminili come Sofja Kovalevskaja e Marie Curie; lo fotografa nei suoi rapporti quotidiani con le donne di casa e in particolare con la figlia Luisa, biologa; mentre, attraverso l'analisi di corrispondenze inedite e il recupero di note a lui indirizzate da sue allieve, si sofferma sull'attività finora poco visibile di figure quali Cornelia Fabri, Elena ed Eleonora Freda, Emma Sciolette, Cesira Orlandi, Pierina Quintili, Giuditta Graziani e Gina Zanoni. Queste (e altre) donne sono state in gran parte dimenticate da una narrazione storiografica che per lungo tempo ha guardato in modo esclusivo alle grandi teorie e ai grandi personaggi. Il recupero del lavoro serio e "onesto" di queste studiose, se da un lato, favorisce una migliore comprensione dell'impresa scientifica, grazie ad un'analisi dinamica volta a coglierne le innumerevoli e svariate sfaccettature; dall'altro, rende ancor più intrigante le

vicende intellettuali e umane di un matematico e politico della ricerca di fama mondiale come Vito Volterra.

"Il mio primo viaggio in quest'isola incantevole" *The relationship of Volterra with the Circolo Matematico di Palermo*

Guillermo P. CURBERA (Instituto de Matemáticas IMUS, Universidad de Sevilla)

We will discuss the relationship of Vito Volterra with the Circolo Matematico di Palermo. We will first consider the personal relation of Volterra with the founder of the Circolo, Giovanni Battista Guccia, and how this relation was affected by the activity and interests of Volterra in the Italian scientific scenario. After Guccia's death in 1914, and caused by the Great War and its aftermath, the attitude of Volterra towards the Circolo changed substantially.

Vito Volterra e la nascita dei modelli matematici in biologia

Roberto NATALINI (Consiglio Nazionale delle Ricerche)

Per molto tempo la matematica ha proposto modelli molto accurati della realtà fisica. Solo durante i primi decenni del XX secolo la biologia comincia a essere considerata come una scienza a cui i matematici potessero dare un contributo. Ovviamente, a differenza della fisica, in biologia è molto difficile partire da semplici principi primi per descrivere l'evoluzione dei sistemi considerati.

Vito Volterra è uno dei primi matematici ad avere la sensibilità e la curiosità di saper affrontare un problema biologico, posto dalla dinamica competitiva delle popolazioni, con un modello abbastanza semplificato da poter essere studiato qualitativamente, e allo stesso abbastanza ricco da riprodurre alcuni fenomeni osservati sperimentalmente. Questo filone di ricerca si rivelerà assai fecondo, con la grande espansione della biologia matematica a cui assistiamo negli ultimi anni.

Vito Volterra e la fisica italiana

Giovanni BATTIMELLI (Sapienza Università di Roma)

Laureato in fisica, Vito Volterra ha sempre affiancato, alla costruzione di nuovi strumenti matematici, l'applicazione di quegli strumenti alla costruzione di modelli per la trattazione di questioni di fisica (dalle varie formulazioni delle equazioni dell'elettrodinamica alla problematica della fisica ereditaria). Si è quindi sempre occupato di problemi che, fuori dal nostro paese, ricadevano sotto la dicitura di "fisica teorica". Al tempo stesso, è stato uno dei principali organizzatori dell'assetto istituzionale della disciplina. E' stato tra i fondatori della Società italiana di fisica e direttore del "Nuovo Cimento", dimostrando attenzione e sensibilità anche verso quegli sviluppi della "nuova fisica" cui non ha dato contributi diretti. E ha sostenuto attivamente gli esordi della carriera accademica di figure come Corbino e Garbasso, e più tardi dei migliori esponenti della nuova fisica come Fermi, Persico, Pontremoli e Rasetti. Rivisitare questi aspetti dell'attività di Volterra, e il contesto in cui si collocano, consente di rivedere il giudizio, ancora largamente diffuso, secondo cui una delle cause principali del ritardo con cui la nuova fisica si è diffusa nel nostro paese sarebbe da imputare all'indifferenza e all'ostilità dell'ambiente della fisica matematica, e dello stesso Volterra.

The Role of Theory and Data in Model Building: A Survey Through Example

Angelo VULPIANI (Sapienza Università di Roma)

The talk is devoted to the presentation of different typologies of models:

I- Oversimplified models;

II- Models by analogy;

III- Large scale models;

IV- Models from data.

In the class **I** there is the celebrated Lorenz model; the Lotka-Volterra system is in the class **II**, and it is at the origin of biomathematics.

Among the models in the class **III** we have the effective equations used, e.g., in meteorology and engineering, where only "relevant variables" are taken into account. In the class **IV** we find the most interesting (and difficult) problem: the building of models just from data without a reference theoretical framework.

The theory of hereditary mechanics by Volterra: a milestone for the analysis of structural effects of time-dependent behaviour of concrete

Mario A. CHIORINO (Accademia delle Scienze di Torino e Politecnico di Torino)

Il contributo si propone di evidenziare come la formulazione da parte di Volterra agli inizi del Novecento dei fondamenti matematici della meccanica ereditaria rappresenta una tappa di grande rilievo nello sviluppo della meccanica dei solidi e delle strutture, con ricadute tuttora di grande attualità in particolare per quanto attiene alle basi concettuali e ai metodi di calcolo per l'analisi del comportamento nel tempo delle moderne strutture in calcestruzzo armato, caratterizzate spesso da grandi dimensioni e complesse sequenze costruttive.

Volterra allarga in misura sostanziale i confini della teoria classica dell'elasticità – che aveva fino allora rappresentato il riferimento base per l'analisi delle strutture nelle loro condizioni di esercizio (prima dello sviluppo delle deformazioni anelastiche che si realizzano in prossimità dello stato limite di collasso) – e sviluppa la teoria della elasticità ereditaria prendendo in considerazione i solidi e le strutture realizzati con materiali elastici "dotati di memoria". Ossia quei materiali viscoelastici i cui stati di deformazione e di tensione dipendono anche dalla storia di quelli precedenti, e che conservano quindi in qualche modo il ricordo del loro passato e delle azioni, in termini di tensioni o deformazioni impresse, cui sono stati assoggettati in precedenza.

Lo strumento analitico di base di quella teoria è rappresentato dalle equazioni integrali al cui studio Volterra si era dedicato in quegli stessi anni.

La comunità scientifica internazionale dell'ingegneria strutturale doveva iniziare a confrontarsi proprio nel primo Novecento con i problemi connessi con la concezione e la verifica del comportamento di strutture realizzate con la nuova tecnica del calcestruzzo armato.

Mentre la modellazione in campo elastico rappresentava un riferimento adeguato per l'analisi e verifica nelle condizioni di esercizio delle strutture in acciaio, le nuove strutture in calcestruzzo armato avevano mostrato sin da subito (come constatato in particolare anche nelle prove in laboratorio condotte sul materiale calcestruzzo) la tendenza a un significativo comportamento di carattere viscoelastico, esibendo sotto l'azione dei carichi deformazioni crescenti nel tempo e smorzantesi nel lungo termine, e di entità dipendente dalla età della struttura e del suo materiale al momento della applicazione dei carichi, con un effetto riduttivo di invecchiamento indotto dall'età stessa. E nel caso della rimozione dei carichi applicati un recupero parziale della deformazione, non solo elastico istantaneo al momento stesso della rimozione dei carichi, ma anche nei tempi successivi, pur permanendo nel lungo termine una deformazione permanente.

La comunità scientifica si andava interrogando anche sulla possibilità di modellare la risposta nel tempo agli stati di sforzo (gli stati di coazione per usare la terminologia che verrà introdotta negli anni successivi da Gustavo Colonnetti) indotti in quelle stesse strutture sia dalla applicazione di deformazioni impresse forzate (ad esempio con l'intento di correggere e migliorare lo stato di tensione indotto dai carichi), sia anche nelle strutture molteplicemente vincolate (le strutture iperstatiche) dai cedimenti vincolari o dal comportamento di ritiro che caratterizza il materiale calcestruzzo, o dalle deformazioni indotte dalle variazioni di temperatura.

Una parte della comunità scientifica, soprattutto in Europa occidentale, tendeva a semplificare la schematizzazione analitica del comportamento viscoelastico del calcestruzzo ricorrendo a modelli viscoelastici semplificati che consentivano di modellare i connessi problemi strutturali ricorrendo semplicemente a equazioni differenziali. Tuttavia quei modelli semplificati non rappresentavano adeguatamente il reale comportamento viscoelastico del materiale constatato nelle prove di laboratorio.

Apparve invece evidente ad altri eminenti rappresentanti di quella stessa comunità scientifica nel corso del Novecento – quali Mc Henry negli Stati Uniti, e un ampio gruppo di studiosi nell'Unione Sovietica (dove gli studi di Volterra pubblicati in francese avevano una grande notorietà) quali fra gli altri Maslov, Arutyunan e Gvozdev – come la teoria della elasticità ereditaria di Volterra, e le connesse equazioni integrali, rappresentassero lo strumento ideale per la modellazione di quei complessi fenomeni.

Tuttavia anche in quel contesto scientifico avanzato, a fronte della constatata impossibilità di individuare soluzioni analitiche di quelle equazioni integrali nel caso in cui si adottasse un modello analitico sofisticato e ben rispondente alle risultanze sperimentali per rappresentare correttamente il comportamento viscoelastico del calcestruzzo, numerosi tentativi vennero effettuati, in particolare da parte degli studiosi sovietici, per cercare modelli analitici semplificati sufficientemente attendibili che consentissero tali soluzioni analitiche. Peraltro anche in quei casi senza successo, non risultando il reale comportamento viscoelastico del materiale sperimentalmente constatato adeguatamente rappresentato da quei modelli.

Una svolta decisiva venne operata nel 1972 da parte di Zdenk Bažant (Northwestern University, USA, Socio Linceo Straniero), che propose un algoritmo numerico iterativo, a passi crescenti nel tempo, per la soluzione di quelle equazioni integrali di Volterra, adottabile qualunque fosse la modellazione analitica delle proprietà viscoelastiche del materiale.

Su questo sfondo storico, negli anni recenti sono state sviluppate a livello internazionale, negli organismi di coordinamento della ricerca nei settori delle strutture in calcestruzzo, linee guida per affrontare adeguatamente l'analisi e la verifica in campo viscoelastico di strutture in calcestruzzo armato ad oggi sempre maggiormente complesse e di più grandi dimensioni, e soprattutto realizzate attraverso una sequenza ampia e articolata di fasi costruttive, spesso spalmata su un esteso arco temporale, come è il caso ad esempio dei ponti di grande luce e dei grattacieli di grande altezza.

Considerato l'elevato carico computazionale dell'approccio integrale di Volterra – in particolare nelle fasi delle verifiche di calcolo dettagliate nelle quali alla discretizzazione per passi successivi nel tempo (con la necessaria conservazione in memoria ad ogni passo dei passi precedenti) occorre associare anche la discretizzazione nello spazio con riferimento alle modellazioni analitiche agli elementi finiti delle strutture – sono stati proposti, in particolare da Bažant, degli approcci computazionali alternativi del tipo "rate-type", discretizzati anch'essi nel tempo. Tali approcci, meno onerosi in termini di carico computazionale, da un lato meglio si raccordano con le discretizzazioni delle strutture nello spazio mediante i metodi di calcolo agli elementi finiti, e dall'altro consentono di tenere conto anche di fenomeni propri del comportamento nel tempo del calcestruzzo che non hanno carattere ereditario, quali la fessurazione, o gli effetti della temperatura e dell'umidità.

L'approccio della teoria della viscoelasticità ereditaria di Volterra continua tuttavia a rappresentare, il fondamento concettuale di riferimento. Ciò in particolare nelle fasi della

concezione delle strutture (il *conceptual design*) e del controllo dei risultati dei calcoli numerici dettagliati effettuati con le modalità di cui si è detto nelle fasi di verifica finale delle strutture stesse.

Con riferimento a queste esigenze nei decenni scorsi sono stati elaborati, in particolare da parte della scuola di meccanica dei solidi e delle strutture del Politecnico di Torino, alcuni teoremi fondamentali che inquadrano il comportamento nel tempo delle strutture omogenee e a vincoli rigidi realizzate con un materiale come il calcestruzzo con comportamento viscoelastico ereditario.

Tali teoremi riguardano

- l'invarianza dello stato di tensione nel tempo nelle strutture soggette a sistemi di carichi e la conseguente connessa modellazione dell'incremento della risposta deformativa mediante la funzione di viscosità J che modella la risposta elastica iniziale e quella viscoelastica successiva del materiale quando è sottoposto ad uno stato di tensione costante nel tempo (primo teorema),
- l'invarianza dello stato di deformazione nelle strutture soggette a un sistema di deformazioni impresse e la conseguente connessa modellazione della riduzione dello stato di sforzo nel tempo mediante la funzione di rilassamento R (secondo teorema),
- la variazione nel tempo dello stato di tensione conseguente all'inserimento in una o più fasi successive di vincoli posticipati (terzo e quarto teorema) e la sua modellazione mediante la funzione di redistribuzione ξ , che mostra come lo stato di tensione nel tempo vari avvicinandosi a quello che si avrebbe nella struttura se i vincoli aggiuntivi fossero stati introdotti sin dall'inizio.

Le funzioni di rilassamento R e di redistribuzione ξ sono collegate alla funzione di viscosità J , e possono essere da essa dedotte, mediante delle equazioni integrali di Volterra.

Alcune formulazioni semplici, sempre con riferimento all'algoritmo integrale di Volterra, sono state elaborate nell'ambito del Politecnico di Milano, in contatto con il gruppo di ricerca in campo viscoelastico del Politecnico di Torino, anche per le strutture omogenee in calcestruzzo dotate di vincoli aggiuntivi elastici, sia presenti inizialmente prima della applicazione dei carichi, sia posticipati ai carichi.

Proprio in quanto offrono una base concettuale importante per le fasi di *conceptual design* e di controllo delle analisi dettagliate delle strutture complesse, questi teoremi e formulazioni sono stati recepiti nelle linee guida internazionali per le strutture in calcestruzzo, in particolare nel "*fib Model Code for Concrete Structures*" del 2010 e nella sua nuova edizione attualmente in fase finale di redazione.

Vito Volterra e la cooperazione italo-francese: dalla prossimità scientifica e intellettuale alla collaborazione nella Grande Guerra

Laurent MAZLIAK (Sorbonne Université - LPSM) e Rossana TAZZIOLI (Université de Lille)

In questa conferenza mostriamo come Volterra, fin dagli anni Novanta dell'Ottocento, abbia instaurato una notevole cooperazione scientifica con matematici di primo piano del panorama francese, come Emile Borel e Jacques Hadamard, su questioni matematiche di punta. Il loro comune intento di stabilire dei solidi rapporti internazionali tra i diversi paesi è un'esigenza già presente nei loro incontri ai congressi internazionali dei matematici (in particolare a quello di Zurigo nel 1897) e che prende una forma definitiva nel corso della loro corrispondenza.

Allo scoppio della Prima Guerra Mondiale, Volterra si schiera immediatamente per l'entrata immediata dell'Italia in guerra e intensifica i suoi rapporti con i matematici francesi che vede come vittime dell'imperialismo tedesco.

Attraverso la corrispondenza tra Volterra e i suoi colleghi d'oltralpe, mostriamo l'evolversi delle loro relazioni dal piano scientifico al piano militare e istituzionale, come nel caso della fondazione dell'Ufficio Invenzioni e Ricerche ispirato al modello francese. Nel Dopoguerra, l'instaurazione del regime fascista avrà un effetto negativo sulla vita scientifica e istituzionale di Volterra che, ancora in Francia, troverà presso i suoi antichi colleghi dei momenti importanti di scambio intellettuale.

Bibliografia essenziale

- F. Brechenmacher, G. Jouve, L. Mazliak, R. Tazzioli (diretto da), Images of Italian mathematics in France, Birkhäuser, 2016*
- J. Goodstein, The Volterra Chronicles: The Life and Times of an Extraordinary Mathematician 1860-1940, AMS, 2007*
- A. Guerraggio, G. Paoloni, Vito Volterra, Franco Muzzio editore, 2008*
- L. Mazliak, R. Tazzioli (diretto da), Mathematical communities in the reconstruction after the Great War, 1918-1928, Birkhäuser, 2021*
- L. Mazliak, R. Tazzioli (diretto da), Mathematicians at war. Volterra and his French colleagues in World War I, Springer, 2009*

Dalla fisica matematica alla tecnoscienza industriale: il percorso evolutivo di Vito Volterra

Annibale MOTTANA (Linceo)

Fin dal trasferimento all'Università di Roma nel 1900, Vito Volterra affermò che ruolo della matematica è di sostenere le applicazioni pratiche sviluppate da fisici e ingegneri come Galileo Ferraris, Guglielmo Marconi, ecc. Diede personale dimostrazione di ciò collaborando con gli ingegneri del Genio militare Gaetano Arturo Crocco e Ottavio Ricaldoni nel miglioramento del sistema aerostatico del dirigibile floscio N.1 mutato nel dirigibile semirigido M.1. Allo scoppio della prima guerra mondiale, arruolatosi come volontario, studiò l'applicazione di un cannone 65R alla navicella del dirigibile, calcolò tavole di tiro generali per aerostati e aeromobili e studiò il modo di migliorare l'osservazione dall'alto di sottomarini, utilizzando luce polarizzata come suggerito da Augusto Raffaele Occhialini. Ma, soprattutto, costituì e capitanò un "Ufficio Ricerche" (poi formalizzato in "Ufficio Ricerche e Invenzioni" dipendente dal Sottosegretariato per le Armi e Munizioni del Ministero per la Guerra) che lo mise a contatto e gli permise di valutare tutte le applicazioni proposte per migliorare le condizioni operative dell'Esercito al fronte: il sistema fonotelemetrico sviluppato da Antonio Garbasso e Pietro Cardani partendo da un primo disegno di Paolo Bignami, i metodi di calcolo del tiro di puntamento dell'Artiglieria in tutte le condizioni ambientali ideati da Mauro Picone, la produzione e difesa da gas asfissianti gestite da Emanuele Paternò, e infine, alla vigilia della vittoria, egli organizzò la visita di Marie Curie alle sorgenti termali di "emanazione" (radon) e partecipò all'esame della miniera di autunite di Lurisia. Alla fine della guerra l'attività di Volterra in campo nazionale e internazionale continuò frenetica fino alla caduta dei governi liberali e all'instaurazione del regime fascista, poi calò bruscamente dopo la sua adesione al manifesto Croce (1925), che provocò la sua estromissione dal Consiglio Nazionale delle Ricerche, e soprattutto dopo il suo rifiuto di prestare giuramento al regime (1931), che gli fece perdere la partecipazione a quasi tutte le accademie. Si diede allora a studi di applicazione della matematica alla biologia marina e alla demografia (equazioni di Lotka-Volterra): essi sono fondamentali per comprendere la Lotta per la Vita. La sua attività didattica e di conferenziere, svolta soprattutto all'estero, cessò come conseguenza dell'isolamento dovuto alle leggi razziali, anche se non poté essere rimosso come Senatore e anzi fu creato socio della Accademia Pontificia delle Scienze, sui cui Acta comparve (postumo) il suo ultimo lavoro.

The timeless relevance of Vito Volterra 's lesson for the future of research

Massimo INGUSCIO (Linceo)

Mai come adesso la ricerca è uno strumento fondamentale per il progresso e per il futuro. L'attualità della "lezione" di Vito Volterra, che si è rilevata cruciale durante questi quasi 100 anni del Consiglio nazionale delle ricerche che egli aveva fondato nel 1923, verrà illustrata attraverso i messaggi di cui è stato ispiratore e che ancora oggi sorprendono per lungimiranza e straordinaria attualità. L'unicità della cultura, la democrazia della scienza, la

multidisciplinarietà della conoscenza, l'importanza di investire nella scuola, la ricerca "dura" che produce ricchezza sono solo alcuni dei valori che successivi presidenti del Cnr hanno portato avanti con coerenza e determinazione.

Never before has research been a fundamental tool for progress and for the future. The relevance of Vito Volterra's "lesson", which has proved crucial during these almost 100 years of the National Research Council which he had founded in 1923, will be illustrated through the messages which inspired him and which still surprise today for their far-sightedness and extraordinary topicality. The uniqueness of culture, the democracy of science, the multidisciplinary nature of knowledge, the importance of investing in school, the "hard" research that produces wealth are just some of the values that successive presidents of the CNR have pursued with consistency and determination.

Non solo matematica. Vito Volterra fra scienza, politica, storia e memoria

Giovanni PAOLONI (Sapienza Università di Roma)

Mentre Volterra non è mai stato dimenticato o trascurato dal punto di vista scientifico e storico-scientifico, perché sarebbe stato impossibile, altri aspetti della sua biografia sono stati a lungo ignorati. La sua partecipazione alla vita politica e l'importanza del suo ruolo istituzionale – che erano stati dimenticati – sono tornati all'attenzione degli storici generali e degli storici della scienza soltanto attraverso un periodo di iniziative e di ricerche avviato nell'ultimo decennio del Novecento. L'intento di questo contributo è appunto capire le ragioni di tale lunga rimozione, e come si è infine arrivati a mettere fine a un lungo e ingeneroso silenzio.

Il recupero della memoria di Vito Volterra è stato promosso dall'Accademia dei Lincei attraverso varie iniziative negli anni del dopoguerra e della seconda metà del Novecento, ed è stato infine reso possibile non soltanto dalla volontà politico-culturale che lo sosteneva, ma anche dalla disponibilità di importanti testimonianze legate al suo lascito storico-scientifico, e in particolare al suo archivio e alla sua biblioteca. Questo contributo intende presentare le tappe principali di quel percorso di memoria ritrovata, cercando di interpretare lo scarso successo delle prime iniziative, la formazione e trasmissione dell'archivio e della biblioteca, la loro importanza e il loro ruolo in quel processo.