

## **POLO DELLA PROVINCIA DI LATINA I LINCEI PER UNA NUOVA DIDATTICA NELLA SCUOLA: UNA RETE NAZIONALE**

L'iniziativa intende proporre agli insegnanti una serie di lezioni aventi come tratto comune la riflessione sulla produzione di conoscenza scientifica e sul rapporto tra scienza, realtà e società. Una particolare attenzione sarà dedicata al delicato problema del rapporto tra il piano dei fenomeni osservati e quello della modellizzazione teorica. Tali conoscenze forniranno ai docenti nuovi spunti didattici per stimolare la curiosità degli studenti e favorire il dibattito in classe.



Il corso, che si svolgerà presso il Polo di Sapienza Università di Roma di Latina gestito dal Ce.R.S.I.Te.S. (Centro di Ricerca e Servizi per L'innovazione Tecnologica Sostenibile), è rivolto ad insegnanti di scuola secondaria di I e II grado, per una durata totale di almeno 30 ore e sarà articolato in (almeno):

8 lezioni frontali da tre ore (mercoledì);

una lezione di laboratorio didattico (3 ore);

due tavole rotonde, una introduttiva ed una conclusiva dove discutere le esperienze didattiche dei partecipanti (3 ore).

Il corso permetterà di acquisire crediti formativi, che saranno riconosciuti ai docenti che avranno partecipato al 75% delle ore totali. Tutte le lezioni saranno registrate e rese disponibili online, come supporto didattico per i partecipanti al corso.

Segreteria Fondazione "I Lincei per la Scuola"  
[segreteria@fondazioneinceiscuola.it](mailto:segreteria@fondazioneinceiscuola.it) - 06/680275329

L'Accademia Nazionale dei Lincei che ha promosso il Progetto "I Lincei per una nuova didattica nella scuola: una rete nazionale" è un Ente accreditato e qualificato per la formazione del personale docente, in base alla direttiva 170/2016 ed è equiparata a struttura Universitaria ai sensi della direttiva n. 90/2003 e della c.m. n 376 del 23.12.95.

## **Programma provvisorio delle lezioni**

**5 Dicembre 2018:** Presentazione e tavola rotonda iniziale

**12 Dicembre 2018:** Prof. Sylos-Labini

**19 Dicembre 2018:** Prof. Figari

**9 Gennaio 2019:** Prof. Vissani

**16 Gennaio 2019:** Prof. Russo

**23 Gennaio 2019:** Prof. Vulpiani

**12 Febbraio 2019:** Prof. Carcaterra

**20 Febbraio 2019:** Prof.ssa Celletti

**13 Marzo 2019:** Prof. Benedetto / Prof.ssa Maffei

**20 Marzo 2019:** Prof. Scoppola

**27 Marzo 2019:** Tavola rotonda finale

L'approccio multidisciplinare è fortemente sottolineato nella scelta degli argomenti e dei conferenzieri, tutti scienziati di grande fama e stimata reputazione. Gli argomenti trattati avranno come filo conduttore l'indagine e il metodo scientifico nel suo senso di continuo divenire a seguito di scoperte e avanzamenti tecnologici ma anche in risposta a nuove richieste culturali e all'evoluzione delle dinamiche sociali. Gli aspetti divulgativi e atti a favorire e sviluppare dibattiti tra i partecipanti saranno preferiti rispetto alla mera enunciazione di nozioni. In questa direzione si inseriscono anche le tavole rotonde e il laboratorio didattico, che rappresenteranno anche il modo più diretto per interagire liberamente con i docenti iscritti.

## **Breve sintesi delle lezioni**

### **Prof. Francesco Vissani: Un tunnel, il centro del sole, la creazione di materia: tre storie con una particella a comune**

I neutrini sono particelle particolarmente misteriose, ancora al centro di diverse ricerche scientifiche, in Italia e altrove. Vorrei cogliere l'occasione di questa conversazione per raccontare tre storie recenti che li riguardano - e che ci riguardano, come comunità scientifica nazionale.

La prima storia è quella del famoso tunnel "della Gelmini", di cui si parla dal 2011. Mostriamo che - in un certo senso - esso esiste davvero, spiegando le ragioni per cui fu costruito e quelle per cui esso, all'epoca, avrebbe meritato qualche risata in meno e qualche riflessione in più.

La seconda è la storia di come siamo riusciti, grazie ai neutrini, a vedere il reattore nucleare che si nasconde al centro del sole. Illustreremo in particolare i risultati scientifici ottenuti dall'esperimento Borexino presso il laboratorio nazionale del Gran Sasso.

Nell'ultima storia, discuteremo del perché molti scienziati sono alla ricerca di un ipotetico e rarissimo fenomeno in cui vengono creati degli elettroni, sottolineando i motivi per cui si crede - ancora una volta - che siano proprio i fantomatici neutrini a provocare la creazione di tali particelle di materia.

### **Prof. Lucio Russo: Gli Elementi di Euclide nella didattica**

Dopo avere ricordato i principali aspetti del metodo usato da Euclide negli Elementi, si ripercorre la storia della fortuna dell'opera, si analizzano le conseguenze dell'abbandono del suo studio nel Novecento e si propone un nuovo modo di utilizzarla nella didattica.

### **Prof. Rodolfo Figari: Fondamenti e didattica della Meccanica Quantistica**

Dopo una presentazione sintetica delle principali acquisizioni sperimentali che indicarono la necessità di un nuovo quadro esplicativo per la descrizione del mondo microscopico, verranno riassunte la nascita e le differenti "interpretazioni" della teoria quantistica. Si analizzerà inoltre l'impatto (non sempre positivo) che la riproposizione del dibattito sui fondamenti ha avuto in ambito didattico.

### **Prof. Benedetto Scoppola: Flussi e riflussi, maree e terremoti**

Sunto: nell'incontro si presenterà la teoria delle maree, ottenendo con strumenti matematici elementari la formula di Newton per l'escursione mareale. Verranno anche mostrati modelli dinamici del sistema Terra-Sole-Luna, che possono essere utilizzati anche nella scuola secondaria di primo grado, e verranno brevemente discussi aspetti storici, sia relativi al testo "Flussi e riflussi" di Lucio Russo, sia a sviluppi post-newtoniani. Nella parte finale dell'incontro si discuteranno brevemente e in modo qualitativo argomenti di ricerca corrente riguardo al possibile contributo dei moti mareali sulla tettonica a placche.

### **Prof. Dario Benedetto e Prof.ssa Carlotta Maffei: I modelli matematici nella lotta alle malattie.**

Ci sono molti esempi di contributi importanti che la matematica ha dato alla medicina, e in particolare al controllo delle malattie. Parleremo di questo fecondo rapporto, cominciando da un esempio storico. Nel 1760, il grande matematico e fisico Daniel Bernoulli (1700-1782) presenta all'Accademia Reale di Scienze di Francia una memoria per convincere le autorità sanitarie francesi, "con la piena consapevolezza che un po' di analisi e di calcolo possono fornire", a intraprendere una campagna di vaccinazione di massa contro il vaiolo. Pur apprezzando la presentazione, il governo francese, ritenendo la malattia come "lo sfogo necessario attraverso la pelle di un principio nocivo" che avrebbe reso l'organismo immune, decide di non fare nulla e nel 1763, a Parigi, muoiono di vaiolo 20 000 persone. Le vaccinazioni di massa iniziano a fine '700, e ora il vaiolo è considerato scomparso dal pianeta. Tuttavia, il tema delle epidemie e delle vaccinazioni rimane estremamente attuale, così come il contributo che la matematica può dare in questo campo.

### **Prof. Francesco Sylos-Labini: Crisi economica e crisi universitaria**

Partendo dal fallimento dei metodi quantitativi per le previsioni in economia si arriva a spiegare il problema dell'abuso dei metodi quantitativi nella valutazione della ricerca e dunque nell'accademia in Italia (in particolare) ma anche all'estero (dato che il problema è davvero internazionale).

### **Prof. Angelo Vulpiani: Il caos deterministico: dall'astronomia alla complessità del reale**

L'inizio è praticamente obbligato: *"Un' intelligenza che, per un dato istante, conoscesse tutte le forze di cui è animata la natura e le posizioni rispettive degli esseri che la compongono, se per di più fosse abbastanza profonda per sottomettere questi dati all' analisi, abbraccerebbe nella stessa formula i movimenti dei più grandi corpi dell'universo e dell'atomo più leggero"* (Laplace).

Ovviamente non esiste nessun matematico tanto bravo e il mondo è pieno di fenomeni irregolari e difficili da prevedere, si pensi all'atmosfera. Possiamo sperare che un supercalcolatore possa risolvere tutto, oppure c'è altro?

Il padre della teoria del caos è stato Henri Poincaré che, studiando il problema astronomico dei tre corpi (ad esempio Terra-Sole-Luna), capì che le irregolarità possono essere dovute al caos una proprietà intrinseca del sistema: *“Una causa piccolissima che sfugge alla nostra attenzione determina un effetto considerevole che non possiamo mancare di vedere, ... La previsione diventa impossibile e si ha un fenomeno fortuito”*.

Ora sappiamo che il modo "giusto" di impostare il problema è: assunto il carattere deterministico di un fenomeno, cosa possiamo dire a partire da una condizione iniziale con una piccola incertezza?

L'importanza pratica e concettuale del caos può essere apprezzata analizzando il problema delle previsioni meteorologiche. L'atmosfera è un sistema complicato descritto da tante variabili, ma questo non è l'unico aspetto essenziale. Edward Lorenz, studiando un modello minimale dell'atmosfera, capì che un comportamento irregolare e imprevedibile può essere dovuto al caos deterministico che è presente anche in sistemi apparentemente semplici. Se (ipoteticamente) l'evoluzione dell'atmosfera fosse descritta da solo tre variabili, ugualmente, in presenza di caos, non saremmo in grado di fare previsioni dopo un certo tempo. Questo è quello che viene chiamato effetto farfalla: un'incertezza sulla condizione iniziale implica l'impossibilità di predire in modo accurato il sistema dopo un tempo caratteristico praticamente indipendente dalla nostra abilità determinato da un parametro chiamato esponente di Lyapunov.

A partire dagli anni Sessanta del XX secolo, il comportamento caotico è stato riscontrato in molti sistemi naturali. Lo studio del caos, oltre alla sua rilevanza tecnica, ha contribuito a produrre un ripensamento critico di alcune dicotomie come determinismo/probabilità e semplice/complesso.

### **Prof. Antonio Carcaterra: Osservazioni e modelli: Shannon, Kalman, Markov e Bayes**

Il seminario rivolge l'attenzione ad un problema di interesse sia tecnologico che filosofico. In particolare, uno dei problemi ricorrenti nelle scienze fisiche e nella tecnologia è il problema dell'ottenere informazioni su eventi che non è possibile osservare direttamente. Le informazioni che ogni macchina riesce ad elaborare e che gli stessi uomini riescono ad acquisire attraverso un processo cognitivo, sono basate di necessità su pochissime osservazioni. Osserviamo gli eventi in modo molto incompleto, parziale e soggettivo, effettuando una drastica selezione tra ciò che vogliamo o possiamo osservare e ciò che resterà definitivamente al di fuori dell'orizzonte delle nostre dirette percezioni. Nondimeno, la comprensione della realtà richiede una integrazione massiva di quanto abbiamo osservato. Quali sono i meccanismi attraverso i quali riusciamo a risalire e conoscere ciò che non abbiamo osservato? Questo problema è cruciale in molti settori della tecnologia. Ad esempio, come fa un robot a percepire l'ambiente circostante sulla base di pochi sensori ed effettuando solo delle "fotografie" dello scenario circostante? L'immagine che le macchine e noi stessi ci formiamo della realtà, è l'effetto di una integrazione tra eventi percepiti e modelli della realtà stessa. Questi ultimi rappresentano relazioni tra eventi che possono avere origine diversa, ma sono in qualche misura il nostro preconconcetto sulla realtà.

Nel seminario si svilupperanno alcuni concetti fondamentali relativi all'integrazione tra osservazione e modelli, partendo dal sillogismo Aristotelico. Il percorso proseguirà per questa strada, introducendo l'incertezza sulle premesse del sillogismo: come integriamo un'osservazione incerta con un modello anch'esso incerto per procurarci informazioni su ciò che non abbiamo osservato? Possiamo addirittura avere maggiore certezza su ciò che non osserviamo rispetto a ciò che abbiamo direttamente percepito utilizzando dei buoni modelli? Siamo sul terreno del calcolo delle probabilità, delle catene Markoviane e delle reti Bayesiane.

Sulla base di questi concetti approderemo ad un'introduzione elementare del problema di Shannon come uno dei paradigmi su ciò che è possibile conoscere senza avere la possibilità di osservare, e del filtro di Kalman, quale prototipo di integrazione tra osservazioni e modelli.

Il seminario si chiuderà con alcuni esempi di applicazione tecnologica delle metodologie trattate.

### **Prof.ssa Alessandra Celletti: Il nostro caotico sistema solare: dai pianeti ai detriti spaziali**

Quale sarà il destino dei pianeti del sistema solare? Si manterranno sempre stabili lungo le traiettorie che quotidianamente osserviamo oppure subiranno dei cambiamenti drastici delle orbite, fino ad arrivare a possibili collisioni tra i pianeti o

addirittura ad espulsioni di alcuni di loro dal sistema solare? Cosa accadrà delle migliaia di detriti spaziali, di ogni forma e dimensione, che circondano la Terra? Rimarranno al loro posto oppure potranno diventare una minaccia per i satelliti operativi e le missioni spaziali? Come possiamo ridurre i costi delle missioni interplanetarie?

A queste domande si può rispondere con metodi della Meccanica Celeste, una disciplina matematica che studia il movimento degli oggetti del sistema solare, siano essi naturali (come pianeti, satelliti o asteroidi) o artificiali (come i satelliti per le telecomunicazioni o le missioni interplanetarie).

La Meccanica Celeste ci insegna che le traiettorie degli oggetti celesti possono essere regolari o caotiche, ma il nostro pianeta ha un destino preoccupante. Sui detriti spaziali c'è ancora molto da studiare, in primo luogo bisogna capire quali zone del cielo possono diventare "aree ecologiche di smaltimento rifiuti". E infine, combinando opportunamente le leggi di Keplero, gli equilibri di Eulero-Lagrange e la teoria del caos, vedremo come si possono disegnare missioni spaziali per andare tra i pianeti con viaggi low-cost.