

INCONTRO DI BENVENUTO ALLE MATRICOLE

Mercoledì 16 ottobre - ore 18:00 - aula Ve DEI

via Gradenigo 6 - entrata fino a esaurimento posti

la **Matematica**
nell' **INGEGNERIA**

utilità
o **bellezza?**

Intervengono:

- Prof. Giovanni Colombo
Docente di Analisi Matematica all'Università di Padova
- Prof. Giuseppe Stagnitto
Docente di Tecnica delle Costruzioni all'Università di Pavia
- Prof.ssa Daniela Boso
Docente di Scienza delle Costruzioni all'Università di Padova

Organizzato dalla lista universitaria: **ATENE0 STUDENTI**

In collaborazione con: **Scuola di Ingegneria di Padova**

iniziativa finanziata dall'Università di Padova con i fondi della legge n° 429 del 3.8.1985 per le iniziative culturali studentesche



Testo dell'intervento di Giuseppe Stagnitto

*Matematica,
simbolo di bellezza, verità e giustizia*



**Dalla Presentazione del Prof. Paolo Simonini,
Ordinario di Geotecnica, Preside della Scuola di Ingegneria**



Una recente indagine di tipo psicologico, condotta presso studenti frequentanti scuole superiori lombarde dalla Prof. Trisolini, rileva che la relazione degli studenti con l'insegnante di matematica e con la matematica è in genere positiva. Inoltre, quanto più la relazione dello studente con l'insegnante di matematica è poco ansiosa, tanto più il profitto nella materia è alto. L'indagine evidenzia che chi va bene in matematica è generalmente riservato nell'esprimere le proprie emozioni, e adotta uno stile distaccato che risulta vincente. In sostanza chi va bene in matematica emergerebbe come una persona positiva: probabilmente chi ha buon rapporto con questa disciplina ha convinzioni interiori che ne favoriscono l'approccio. La notizia è certo gradita agli studenti di ingegneria che da sempre scelgono questo studio perché apprezzano la matematica. Io stesso mi sono riconosciuto in queste parole. Ringrazio tutti i presenti a questo incontro e do la parola ai colleghi presenti per una gli approfondimenti specifici. La matematica per noi ingegneri è infatti la base di lavoro, in quanto oggi si progetta con strumenti matematici: parlo, per lo meno, per la mia materia che è l'ingegneria civile, ed in particolare l'Ingegneria Geotecnica, che si occupa dell'interazione tra le opere ed il terreno. Buon lavoro a tutti.

**Sintesi dell'Introduzione di Giacomo Beggio,
studente di Ingegneria chimica e dei materiali**

(...) Prima di passare la parola ai relatori desidero raccontarvi cosa ha voluto dire per me la preparazione di questo incontro. Tutto è cominciato qualche mese fa, mentre studiavo per l'esame di Analisi 1, insieme con alcuni amici.

Davanti all'impegno ed alla fatica richiesti, ci siamo domandati: questo esame rappresenta solo uno scoglio da superare, oppure anche qualcosa cui è possibile appassionarsi?

Può una materia così ostica racchiudere in sé qualcosa di bello?

Prendere sul serio queste domande ha voluto dire innanzitutto uno studio più serio e di conseguenza un "giocarsi" di più con i propri compagni di corso, che stanno affrontando la stessa fatica, fino a sfruttare tutti i momenti di ricevimento per chiedere aiuto ai Professori.

Muoversi così, oltre al buon esito dell'esame, ci ha permesso di scoprire che l'Università non è solamente un "esamificio", ma, come diceva il volantino di benvenuto alle matricole, è prima di tutto una fonte inesauribile di incontri e rapporti che sono occasione di crescere e di diventare più adulti, cioè più certi di sé e delle proprie capacità.

Per questo oggi siamo qui, non per dare "istruzioni per l'uso", ma per comunicare questa esperienza.

Per rispondere alla provocazione del titolo *Matematica nell'ingegneria: utilità o bellezza?*, abbiamo invitato la Professoressa **Daniela Boso**, docente di Scienza delle Costruzioni dell'Università di Padova, il Prof. **Giuseppe Stagnitto**, docente di Tecnica delle Costruzioni dell'Università di Pavia e ingegnere libero professionista, ed il Prof. **Giovanni Colombo**, docente di Analisi matematica dell'Università di Padova.

Il dialogo con loro ci ha colpiti per l'entusiasmo che ci hanno manifestato non solo verso la matematica ma anche verso la loro professione.

Vorrei quindi chiedere al Prof. Stagnitto: a partire dalla sua esperienza, lei può dire che la matematica è solo utile o ne ha intravisto una bellezza? Come quello che ha scoperto ha inciso nella sua vita di studente, di professore, di professionista?

Testo dell'intervento di Giuseppe Stagnitto

Trascrizione che conserva i caratteri del parlato



Sintesi dell'intervento di Giuseppe Stagnitto

E' misteriosa l'unità che lega bellezza, realtà (utilità) e giustizia.

La moderna concezione della scienza induce a credere che l'uomo abbia imparato ad essere superiore alle leggi naturali: in realtà noi non possiamo nulla contro le leggi della natura, mentre è in nostro potere modificare le circostanze dei fenomeni naturali, perché essi agiscono secondo le nostre finalità.

Come diceva Francesco Bacone "l'uomo comanda alla natura obbedendole".

L'ingegnere è precisamente colui che apprende a rileggere le costrizioni della natura interpretandole a nostro vantaggio.

Le leggi della natura sono scritte in linguaggio matematico che è un linguaggio diverso dal linguaggio umano (Il prof. Giovanni Colombo ha ricordato l'espressione significativa di Lafforgue, uno dei più grandi matematici viventi: "la matematica è dura come il diamante").

La matematica, nata da riflessioni "teologiche" (pitagorismo) per un insopprimibile "bisogno di certezza" è il linguaggio della legge di necessità che governa il cosmo: non esistono forze sregolate, vale a dire forze che non siano soggette, in perfetta ubbidienza, a questa legge superiore.

Invece, nei rapporti tra gli uomini si riflette l'inconsapevole assunto della cultura dominante, che vuole disconoscere l'esistenza delle leggi di natura (espressione censurata nei libri di testo contemporanei).

*"A voi che siete giovani e che quindi osservate criticamente noi adulti per cogliere la coerenza tra i nostri giudizi e i nostri valori, faccio io una domanda: **come potete studiare ingegneria e, contemporaneamente, professare ideologie che ne rinnegano i fondamenti?**"*

1. Una domanda fondamentale

Vi ringrazio. Sono onorato di essere qui tra Professori importanti. Io sono un *Professore a Contratto*, cioè sono un libero professionista incaricato di Corsi Universitari.

Sono tanti anni che insegno Tecnica delle Costruzioni; un anno, a Pavia, ho insegnato anche "Teoria e Progetto dei Ponti".

La vostra domanda è importante ed è una bella domanda. La domanda riguarda la matematica, che io, ovviamente uso come uno strumento, mentre, ad esempio, per il Prof. Colombo è argomento di scoperta. Un ingegnere non può dire questo.

Allo stesso modo non può pensare come un fisico. Un fisico è all'avanguardia: il compito di un fisico non è applicare la matematica a casi concreti, ma a classi di problemi, in via più generale. Un ingegnere ha un orizzonte, in genere, più modesto.

Voi fate bene a fare questa domanda. Ma sapete perché fate bene?

Perché intravedete un'unità. C'è un'unità di fondo tra la bellezza, l'utilità (cioè la verità, la realtà) e anche la giustizia.

La matematica è infatti nata in un ambiente che possiamo definire "teologico".

I pitagorici usavano i numeri per parlare degli Dei e del Cosmo.

Il *cosmo* è la grande eredità del pensiero greco: il cosmo è un "mondo ordinato". La parola "cosmesi" vuol proprio ricordare la bellezza. E' bello un mondo che ha logica.

Quindi fate bene a fare questa domanda che nasconde un profondo mistero.

E fate bene a porre questa domanda qui, all'Università. Perché, cos'è l'Università?

La parola Università richiama la parola "universale".

L'Università è il *luogo del sapere universale*.

E' il luogo dove voi non siete venuti ad essere "sacrificati" per un sapere particolare.

La nostra, infatti è una sorte di "finzione" (teatrale): tu pensi di essere venuto qui a *studiare ingegneria* cioè solo per imparare a fare ciò che fa un ingegnere?

Anche, certamente. Ma, in realtà, qual è il codice segreto della nostra istituzione universitaria?

Ecco il codice segreto: è solo a titolo di esempio, che mi dimostri che sai fare questo o quest'altro, ma il sapere che ti abbiamo trasmesso è *universale*.

Università vuol dire ciò, o non è. L'università non è una "scuola di avviamento alla professione". Non deve esserlo. Se c'è questa tendenza o questa tentazione, noi ne siamo consapevoli e stiamo attenti a non farla diventare così.

L'università è il luogo del sapere universale, il luogo dove questa vostra domanda va posta come la domanda fondamentale, non come fosse una domanda accessoria.

2. La simmetria nascosta nell'equilibrio

Vedete, cari Signori, c'è una concezione della scienza - che è quella della cultura dominante - che non è corretta. Vedrete, che se ci si riflette, la realtà non è proprio come sembra.

E di questa concezione della scienza (che è anche la concezione della matematica) noi dobbiamo esaminare il motivo.

C'è un brano terribile di Hitler (nel suo famoso libro *La mia battaglia*) dove è espressa questa domanda: in un mondo dominato dalla forza, dove la forza regna sovrana, perché l'uomo dovrebbe sfuggire a questa legge di natura?

Perché non dovrebbe imporsi sul debole?

Provate a domandare se qualcuno sa dare una risposta veramente compiuta a questo interrogativo! Se il mondo è dominato dalla forza, perché mi parli di giustizia?

Una giustizia ispirata alla razionalità?

Voi conoscete quell'espressione (altrettanto terribile) "di giustizia non si parla che tra eguali".

L'ha scritta Tucidide nella cronaca della guerra del Peloponneso (chi ha fatto studi classici ricorderà il titolo meglio di me) in quel dialogo tra gli Ateniesi e il popolo dei Meli.

"Di giustizia non si parla che tra eguali", perché "sia gli uomini sia gli dei hanno sempre usato tutta la forza di cui hanno disposto" (cito il senso delle frasi).

Così come un grave, da miliardi di anni, se può abbassare il suo baricentro lo fa, così come un gas se può invadere tutto l'ambiente in cui è contenuto lo fa, così l'uomo da sempre usa tutta la forza di cui dispone.

Questo è un problema serio, un problema da risolvere, figlioli miei!

Perché voi non potete venire a studiare ingegneria, che è fondata sulla razionalità (poi vedremo cosa può significare questa espressione) e, contemporaneamente, professare metafisiche che rinnegano i principi dei vostri studi.

La concezione moderna della scienza è proprio questa: in fondo cosa ci fanno credere i cattivi divulgatori? Cosa ci fanno credere? Ci fanno credere che "abbiamo vinto" sulle forze della natura.

Voi che venite dai licei, avete mai letto sui vostri libri l'espressione, così bella, "legge della natura"?

L'espressione "legge naturale" è scomparsa nei vostri libri, perché non piace alla mentalità moderna.

Il mio compito di insegnante è liberarvi da questi *virus* mentali, che sono pericolosi proprio perché non sono evidenti, non sono concettualizzati, non sono limpidi e cristallini.

Vedete è *impossibile insegnare e non proporre dei valori*: è una stupidata pensare il contrario! Dire: poi il giovane sceglierà il valore che vorrà lui.

E' impossibile per questo motivo: se non propongo dei valori, non propongo neppure me stesso.

Invece il metodo è un altro. Il metodo è leale.

"Tu adesso non sai niente". "Francesco, tu adesso non sai quasi niente. Tu ti fidi di me (il caso vuole che sono lo zio di Francesco - abbiate pazienza - non potevo mica scegliere un altro) ed io ti prometto che ti darò gli strumenti intellettuali per criticarmi e anche per superarmi". Questo vale in tutti gli ambiti.

Riprendiamo il nostro discorso. Avete capito bene che di giustizia (cioè di bilancia con i bracci uguali) non si parla che tra eguali?

Nelle nostre aule di giustizia cosa c'è disegnata? La bilancia a bracci uguali.

Questo tipo di bilancia non stimola il nostro pensiero.

Cosa ci dice, infatti, questa bilancia? Che devono essere uguali i due pesi perché ci sia giustizia.

Il vero simbolo della giustizia dovrebbe essere invece la bilancia a bracci disuguali. Giustizia non vuole proprio dire utilizzare un gioco di leva per cui il meno potente possa pesare come il potente?

Cosa vuol dire, ad esempio, "Stato di diritto" se non che il cittadino si pone di fronte allo Stato come soggetto di eguale diritto? State attenti ragazzi, pensate a queste cose.

Perché la bilancia a bracci disuguali è importante nel nostro discorso sulla matematica?

Nella bilancia a bracci uguali c'è la simmetria, e da questa simmetria di cause noi ci aspettiamo una simmetria di effetti (Leibniz parlava infatti di "ragion sufficiente", vale a dire la ragione è sufficiente per predire il risultato, non occorre una verifica sperimentale).

In una bilancia a bracci disuguali non sembra apparire alcuna simmetria: perché allora vi è equilibrio?

Poiché, cogliendo la simmetria noi sempre ci aspettiamo l'equilibrio, questa volta, con un *magico capovolgimento* del nostro pensiero, da un equilibrio ci aspettiamo una simmetria.

Cosa è allora uguale a destra e a sinistra del fulcro della bilancia?

E' uguale qualcosa che l'uomo della strada non è detto che lo sappia.

L'invariante questa volta è infatti "astratto".

Non è più epidermico, superficiale, come avveniva nella bilancia a bracci uguali.

E' nascosto: in questo caso, ad esempio, è un prodotto (il prodotto dei bracci per i pesi).

Voi venite in questa Scuola di Ingegneria per studiare invarianti sempre più astratti, come vi potrà meglio spiegare la **Professoressa Daniela Boso**.

Nel corso dei vostri studi gli invarianti diventeranno sempre più astratti: tensori, invarianti geometrici, invarianti energetici.

Come è difficile trovare la simmetria che è nascosta in un equilibrio!

3. Il pensiero non coglie cose, ma rapporti

Perché è difficile trovare la simmetria nascosta in un equilibrio?

Perché questa simmetria ha bisogno di un linguaggio "nuovo".

Io direi che è un linguaggio "disumano" (poi, se è il caso, il **Prof. Giovanni Colombo** mi correggerà).

Aristotele si era sbagliato: sembrava che la macchina del sillogismo risolvesse i problemi della *filosofia della natura* (cioè della fisica, come diremmo con linguaggio moderno).

Invece, per capire la natura, non funziona questo linguaggio dell'uomo (fatto di premesse e di conclusioni). Dobbiamo arrenderci.

Nessun matematico accetta di dire: "ho inventato un teorema". Egli dice: "ho scoperto un teorema". Cioè ci sta raccontando una realtà di cui ha preso traccia e l'ha resa talmente evidente che - grazie al *sacrificio del proprio io*, secondo l'espressione del matematico Lafforgue - tu che leggi puoi dire: questo è come se l'avessi scritto io!

Questo è il potere del linguaggio matematico.

Noi pensavamo (e in questo ci eravamo quasi sbagliati tutti) che il pensiero avesse per oggetto delle cose. Se leggete Democrito, sembrerebbe che noi siamo immersi, senza possibilità di scampo, nel vortice delle cose.

Invece il pensiero non può avere per oggetto che dei pensieri.

Voi, ad esempio, sapete bene che Euclide inizia i suoi tredici libri con gli assiomi, i postulati e con le definizioni.

E' stata relativamente recente la piena consapevolezza che le definizioni non servono a nulla nel dimostrare i teoremi!

Noi ci eravamo sbagliati pensando che il pensiero si occupasse di cose; invece si occupa unicamente di rapporti.

Quei particolari rapporti che hanno il sigillo della necessità costituiscono l'oggetto della matematica. La matematica non è che *lo studio di ciò che necessariamente è*.

Come vi avevo ricordato, la matematica è nata in seno di riflessioni teologiche: non era quindi per nulla scontato che si adattasse così bene alle questioni pratiche, cioè alla tecnica.

Ad esempio Archimede, come racconta Plutarco, aveva in odio le applicazioni pratiche della matematica. Però, quando è stato precettato dal dittatore della sua città, per difenderla dall'attacco dei romani, ha inventato tante di quelle meraviglie che dopo duemila anni ne parliamo ancora!

La matematica è nata come strumento contemplativo; è nata per soddisfare lo spirito greco nel suo bisogno di certezza (io sono un occidentale e non posso pensare altrimenti).

Tanto è vero che Platone, nella Repubblica, dice che il nome "geometria" è un nome "ridicolo" (significherebbe *misurare la terra*: in effetti in alcuni libri si legge ancora che la matematica sarebbe nata per il bisogno di ricostruire i confini dei terreni dopo le inondazioni del Nilo).

Per Platone la geometria ha un altro significato. Egli dice che la geometria è lo strumento che rende simili i numeri naturalmente dissimili. Noi non riusciamo a pensare al numero che rappresenta la lunghezza della diagonale di un quadrato di lato uno senza *entrare in contraddizione*, eppure, con la geometria, noi lo "afferriamo" questo numero. Per Platone, evidentemente, la geometria era più vasta dell'analisi (oggi, forse i matematici, non la pensano più così).

La concezione in cui è nata la matematica è che *la realtà delle cose è data dal numero* (l'espressione è del pitagorico Filolao): non la forma delle cose, ma la realtà stessa. Questi concetti sono stati da me tratti dai libri di Simone Weil.

Quando vogliamo persuaderci della realtà di un cubo (cioè che non sia un miraggio) noi ci giriamo intorno. Noi ci persuadiamo che il cubo è reale proprio perché cogliamo la certezza dei rapporti ed è dalla certezza dei rapporti che noi ricostruiamo l'immagine e poi la realtà del cubo.

L'oggetto della matematica non è il mondo; l'oggetto della matematica è la necessità dei rapporti.

Perché poi la matematica si dimostri così utile, fondamentalmente resta un mistero!

4. *L'uomo comanda alla natura obbedendole*

Hitler si è sbagliato di grosso. Non è la forza bruta che governa il mondo.

La forza bruta, la forza senza misura, come può produrre le orbite periodiche dei pianeti?

Chi ha letto quella meravigliosa autobiografia scientifica di Keplero intitolata *Astronomia Nova* (a proposito, Keplero era un pitagorico!) sa della sua lotta per riscoprire l'armonia nel movimento dei pianeti: è vero che le orbite non sono cerchi, però sono ellissi.

Egli ha esclamato - sussultando nella gioia dell'*armonia ritrovata* - "O me ridicolo, come se le ellissi non fossero il risultato della *librazione* di un cerchio intorno al suo diametro!"

Hitler si è sbagliato di grosso: la forza che lui chiamava brutta è la forza più obbediente che ci sia. Noi siamo circondati soltanto da perfetta obbedienza!

Da sempre c'è solo una perfetta obbedienza. Tutto è meravigliosamente obbediente.

E' il contrario di ciò che pensava Hitler: non esiste forza brutta, cioè una forza che non sia obbediente ad una legge. Il linguaggio di questa legge, la legge stessa, è l'oggetto della matematica.

Vedete, figlioli, noi non abbiamo mai, mai, mai sconfitto una legge di natura.

Non è neanche pensabile che si modifichi di una virgola la legge della natura.

Che cosa invece possiamo fare?

Non ve l'ho detto? Noi cogliamo i rapporti. Noi allora possiamo molto sulle circostanze che accompagnano i fenomeni.

Noi, ad esempio, non possiamo nulla sul fatto che, se un masso può abbassare il suo baricentro, lo fa.

Ma possiamo legare insieme due pietre. Legandole insieme, con una corda che passa su una carrucola, il baricentro comune si abbassa. Si abbassi pure questo baricentro del sistema formato dalle due pietre: intanto però la pietra che serve a me si alza.

Capite, allora, cosa è un ingegnere? L'ingegnere è colui che "rilegge" una costrizione della natura e l'adatta a nostro vantaggio.

Come diceva Francesco Bacone: noi comandiamo alla natura obbedendole.

L'uomo comanda alla natura obbedendole.

Il grande segreto del lavoro! Era sfuggito ai greci, era sfuggito a tutti. E' questo che voi dovete capire. Cosa vuol dire ingegneria? Ingegneria vuol dire organizzare le circostanze perché quelle stesse leggi della natura - cui siamo da sempre soggetti in perfetta obbedienza - agiscano a nostro favore.

5. Una certezza preclusa ai sensi

Per cercare di rispondere completamente alla vostra domanda osservo che noi non riusciamo a cogliere queste leggi se siamo motivati a questa indagine da un bisogno.

Noi non riusciamo a scoprire un teorema se vogliamo scoprirlo perché intuiamo che è utile. Non è mai successo una sola volta nella storia dell'umanità che si fosse arrivati a qualche scoperta perché desiderosi di un'utilità, perché mossi da un bisogno. Non è mai successo. Ogni volta eravamo motivati da una ricerca di bellezza, *da un bisogno sì, non pratico, ma di simmetria*. L'utilità viene dopo, come un sovrappiù.

Non siamo mai riusciti a fare niente, in ambito di scoperta intellettuale, perché motivati da un bisogno.

Nel mio lavoro certamente ho utilizzato la matematica per la sua utilità, come strumento principe della nostra visione concettuale.

Sarebbe bello avere il tempo per approfondire il senso dell'espressione "visione concettuale del cosmo".

Ad esempio, un ingegnere, quando esegue un controllo in un cantiere, non vede realmente i *ferri*, cioè le armature del calcestruzzo armato; egli vede invece enti matematici in spazi matematici. E' quella la sua forza.

Spero di essere stato chiaro e vi ringrazio, dal cuore, della vostra bella attenzione.

Giacomo Beggio - *Ringrazio il Prof. Stagnitto. Mi ha colpito innanzitutto l'affermazione che noi ingegneri siamo dei ricercatori della verità. E che questa verità possa essere rappresentata come la simmetria all'interno di un equilibrio, simmetria che si può cogliere con il linguaggio della matematica.*

Sembra quasi che la matematica sia lo strumento più utile e più bello che possa esistere.

Sì, noi non sappiamo perché, ma la natura segue questo linguaggio che, per me, è "disumano".

L'uomo non se lo aspettava. Nessuno, ad esempio, si aspettava che la radice quadrata di due sfuggisse ai "tagli infiniti": anche Leibniz pensava che l'infinità divisibilità coincidesse con la continuità. Il **Prof. Giovanni Colombo** vi insegnerà che, invece, la *continuità* è molto di più.

L'intelligenza è forzata a cogliere con certezza dei rapporti sapendo che i sensi ne saranno per sempre preclusi.

Quando il **Prof. Giovanni Colombo** ci dimostrerà certi teoremi, noi già sappiamo che non potremo mai vederne la verità con i nostri occhi fisici: eppure l'intelligenza coglie quei rapporti con certezza.

Ecco perché la matematica è nata in ambiente teologico, cioè in ambiente di contemplazione. Per i greci era la stessa cosa di una preghiera.