

Bologna, tra storia e motori

I ragazzi dello Scientifico "P. Carcano" di Como in visita alla città dei Portici e alla celebre Ducati

Come ogni anno è tornato, tanto atteso e sperato, il periodo delle uscite didattiche.

E' il 23 gennaio, la sveglia suona ad un orario inaudito, ma ci si alza volentieri, perché oggi niente scuola: ci aspetta Bologna, Bologna "la Dotta, la Grassa, la Rossa". E con l'arte e la storia in questa città ci aspetta anche un modo nuovo di studiare fisica: **la visita alla DUCATI e al Laboratorio FISICA IN MOTO.**

Alle 10.30 in una Bologna attivissima e pittoresca iniziamo il nostro percorso con una simpatica guida, da **Piazza Maggiore**, meglio nota come Piazza Grande.

La vasta piazza ospita tutti i centri di potere della Bologna medievale: vi si affacciano infatti la Basilica di San Petronio, patrono della città, il Palazzo dei Notai, il Palazzo Comunale, il Palazzo dei Banchi e il Palazzo del Podestà.

La costruzione di **San Petronio** fu deliberata dal Senato di Bologna come espressione dell'autorità comunale, nel 1388. Iniziata nel 1390, su progetto di Antonio di Vincenzo, la basilica, tardo esempio del gotico italiano, venne terminata nel 1659, pur non essendo ancora del tutto compiuta la facciata. Tra i numerosi eventi storici che vi ebbero luogo, il più rilevante fu l'incoronazione di Carlo V ad imperatore del Sacro Romano Impero, nel 1530.

Per lungo tempo San Petronio fu anche la chiesa dello Studio universitario, che dal Cinquecento all'Ottocento ebbe sede nell'adiacente Archiginnasio, scandendo i tempi delle lezioni con una sua campana, detta "la scolara".



Di particolare interesse, all'interno della Basilica di san Petronio, **la meridiana più lunga del mondo** (m 67), che, quando scattano le ore dodici, rivela esattamente la data dell'anno. Queste in sintesi le tappe di costruzione dello strumento astronomico.

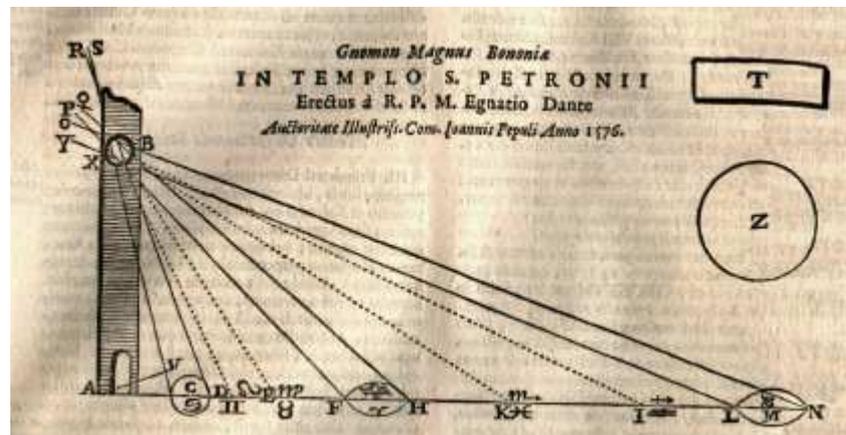


Nel 1576 venne chiamato a Bologna per l'insegnamento di Matematica e Astronomia il domenicano Egnazio Danti, cosmografo di Cosimo I dei Medici. Danti faceva parte della Commissione insediata da Gregorio XIII per la preparazione del nuovo calendario, quello cosiddetto gregoriano, che venne poi promulgato nel 1582 e che è lo stesso che noi ora utilizziamo. Lo studio delle variazioni del movimento apparente del Sole nel corso dell'anno e la determinazione degli istanti degli equinozi e dei solstizi erano tra le osservazioni astronomiche più importanti proprio ai fini della definizione del nuovo calendario.

Già a Firenze, in Santa Maria Novella, Danti aveva progettato uno strumento astronomico assolutamente nuovo per migliorare l'osservazione del moto solare: una linea meridiana.

La macchia di luce prodotta sul pavimento di una grande chiesa dai raggi solari, ammessi nella sua penombra da un foro di limitate dimensioni, consentiva di definire la posizione dell'astro e le variazioni del suo moto molto meglio dell'ombra prodotta sul terreno dai grandi gnomoni usati sin dall'antichità.

Appena giunto a Bologna, Egnazio Danti realizzò una meridiana all'interno di San Petronio (che qui vediamo in un disegno tratto dall'*Almagestum Novum* di Riccioli), con la quale verificò proprio l'epoca dell'equinozio di primavera.



È importante ricordare che a quei tempi - nonostante fosse già stato pubblicato da oltre trent'anni il *De Revolutionibus Orbium Coelestium* di Copernico, che illustrava il nuovo sistema eliocentrico - si credeva ancora che la Terra si trovasse al centro del Creato e quindi, secondo il sistema aristotelico, il moto solare era ritenuto reale e non apparente.

Neanche un secolo dopo la costruzione della meridiana di Egnazio Danti, a causa dei lavori di ampliamento della basilica, si progettò di demolire il muro di fondo della navata di sinistra, sulla cui sommità aveva sede l'"occhio" della meridiana di Danti: lo strumento cinquecentesco sarebbe quindi andato distrutto.

Nel 1655 la Fabbriceria di San Petronio decise di affidare il progetto di una nuova linea meridiana al "dottor Gian Domenico Cassini genovese".

Cassini insegnava Astronomia a Bologna già da alcuni anni e si era segnalato per l'accuratezza mostrata nelle osservazioni astronomiche, tra le quali quelle della cometa del 1652, che egli dimostrò trovarsi molto al di sopra dell'orbita della Luna, contrariamente alle correnti idee aristoteliche, che ritenevano le comete esalazioni dell'atmosfera terrestre e non corpi celesti.

Cassini presentò un audace progetto: sfruttando abilmente il percorso tra le colonne della navata gotica, propose di aumentare di un terzo l'altezza dello gnomone di Danti e di renderlo due volte e mezzo più lungo, in modo da poter compiere osservazioni ancora più accurate. Per terminare la sua opera dovette però superare notevoli difficoltà economiche, logistiche, tecniche ed anche "accademiche". Le navate della grande basilica, che era stata volutamente costruita in modo da affacciarsi sulla piazza comunale, non presentavano un orientamento nella direzione nord-sud. La difficoltà tecnica maggiore, quindi, era proprio quella di riuscire ad evitare che il percorso dei raggi solari venisse interrotto dalle colonne, riuscendo ad utilizzare il più possibile le grandi dimensioni dell'edificio.

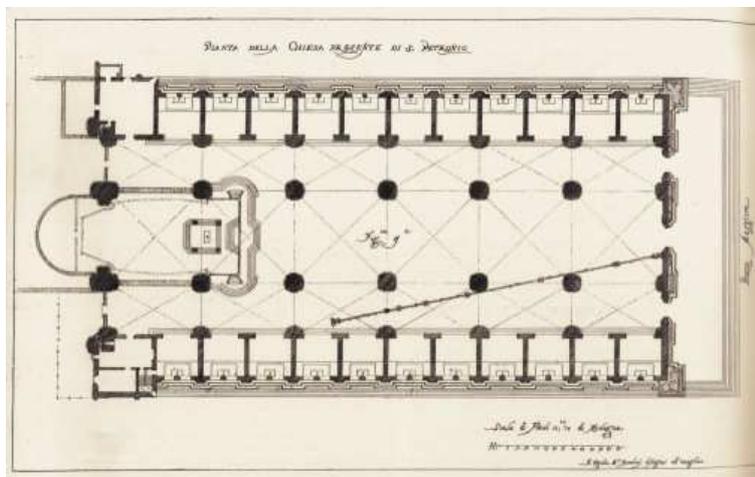


Dopo accurate osservazioni del percorso del Sole, il foro gnomonico venne collocato nella quarta volta della navata sinistra, ad una altezza pari a 1000 once del piede regio di Parigi (27,07 metri) e il giorno del solstizio d'estate del 1655 si pose la prima pietra della linea meridiana. La lunghezza al suolo della linea dal punto verticale al foro gnomonico, come previsto da Cassini, risultò pari alla

seicentomillesima parte della circonferenza terrestre (66,8 metri).

In occasione del solstizio, Cassini fece pubblicare un manifesto con cui invitava tutta la cittadinanza ed i professori dell'Università ad assistere alla definitiva verifica del tracciato meridiano e al passaggio dell'immagine del Sole "fra quelle colonne, che erasi creduto impedirne la descrizione".

Il costo dell'opera fu complessivamente di lire 2500 (circa 400-500 milioni di oggi), delle quali 500 solo a Cassini.



Altro particolare relativo alla Basilica di San Petronio: è la sesta chiesa più grande d'Europa, e sarebbe anche stata destinata a diventare

più grande persino di San Pietro dai fabbricieri bolognesi, se il Papa Pio IV non lo avesse impedito, finanziando invece la costruzione dell'Università proprio affianco alla navata, bloccando così il completamento del transetto; infatti si può notare come il transetto finisca proprio in modo brusco, quasi come se i costruttori fossero stati costretti a chiudere tutto e a rattoppare alla bell'e meglio.

A dividere Piazza Maggiore dalla piccola piazza adiacente troviamo **la Fontana del Nettuno**, opera del Giambologna, chiamata familiarmente dai Bolognesi "il Gigante". La scultura avrebbe dovuto simboleggiare il felice governo del neoeletto papa Pio IV; per questo lo scultore decise di porre delle ninfe di contorno che spruzzano acqua dalle mammelle, simbolo di prosperità. Una curiosità è che la statua del Nettuno è posta esattamente all'incrocio tra il cardo e il decumano, antiche tracce del castrum romano, la "cultura Bononia" definita da Marziale.

Una leggenda narra che prima di un esame lo studente che voglia avere la fortuna dalla sua parte, debba girare due volte in senso antiorario attorno alla fontana, così come due volte il Giambologna girò attorno al piedistallo, riflettendo sul progetto di realizzazione del Nettuno. E naturalmente non ci sottraiamo a portare la fortuna dalla nostra parte.

Camminando tra i caffè dei portici di Palazzo dei Banchi, ci addentriamo nell'attuale sede della Biblioteca Comunale, **l'Archiginnasio**. Il palazzo fu sede dell'Università della città, che fu anche la prima Università d'Europa "**l'Alma Mater Studiorum**", fondata nel 1088.



Visitiamo all'interno il suggestivo **Teatro Anatomico**, sala ad anfiteatro costruita in legno d'abeto, decorata con statue di illustri medici del passato, dedicata alle lezioni, anche pubbliche di anatomia.

Ed eccoci all'ora della pausa pranzo: ci spingiamo sotto i portici alla ricerca di qualche prelibatezza caratteristica. E' *la tigella* a vincere la sfida, una prelibatezza semplice ma gustosa. Partendo da una ricetta di acqua, lievito e farina, si creano dischi di diametro variabile farcibili a piacere.

La protagonista del nostro pomeriggio è **la Ducati**, la celeberrima fabbrica di moto, famosa in tutto il mondo per i suoi eccellenti mezzi a due ruote. L'azienda all'origine non produceva moto, bensì calcolatrici, macchine fotografiche, binocoli e affiliati e soprattutto apparecchiature radio. Fu proprio per questo che i Nazisti la utilizzarono come centro di trasmissione durante la seconda Guerra Mondiale e sempre per questo venne bombardata. A seguito della ristrutturazione, però, iniziò a produrre motoveicoli, il che la rese celebre nel tempo.

Prima tappa: i reparti in un tour tra le varie postazioni della catena di montaggio per l'assemblaggio di una Ducati, dal più piccolo bullone alla fase imballaggio prespedizione.

Seconda tappa: il Museo Ducati custode di tesori di valore inestimabile di primi modelli Ducati agli ultimi esemplari dei grandi campioni di MOTO GP quali Stoner e Rossi.

Terza tappa e clou della visita: il laboratorio didattico interattivo **“Fisica in Moto”**, accompagnati da un giovane e brillante ingegnere meccanico.

Ci siamo destreggiati in 5 esperimenti e approfondimenti differenti:

Primo esperimento:

Concetti fisici trattati

Rapporto di trasmissione

Elementi della postazione

Motore Bicilindrico Ducati con coppia di steli “spingipistone” per azionamento manuale, leva cambio ad azionamento manuale, gruppo forcellone – ruota posteriore.

Come si svolge l’esperimento

Due studenti utilizzano gli steli “spingipistone”, per mettere in rotazione il motore e si chiede ad un terzo studente di variare il rapporto del cambio.

Cosa si osserva

I due studenti che utilizzano gli “spingipistone” simulano il movimento dei pistoni in un motore. La loro spinta produce un valore massimo di velocità, che viene visualizzato su di un monitor. Per aumentare tale velocità è necessario cambiare il rapporto di marcia.

Secondo esperimento

Concetti fisici trattati

Coppia, potenza

Elementi della postazione

X-Moto, volano con encoder, freno regolabile, sistema di acquisizione.

Come si svolge l’esperimento

Si invita uno studente a salire in sella della X-Moto e ad iniziare a pedalare per riscaldarsi.

Fase I: Si attende il segnale del sistema di acquisizione e si esegue una prova di accelerazione con partenza da fermo.

Il sistema registrerà i parametri (coppia, velocità e potenza massime) e li mostrerà sullo schermo.

Fase II: Lo studente segue le indicazioni del computer, raggiunge la velocità indicata e cerca di mantenerla mentre il freno automatico aumenta nel tempo la coppia resistente. La prova viene ripetuta per diversi valori di velocità.

I risultati vengono visualizzati direttamente sullo schermo.

Cosa si osserva

Fase I: Durante la prova di accelerazione, il sistema calcola la coppia che si sta esercitando e la potenza in funzione della velocità. I valori di coppia riportati sul diagramma risultano diversi per diverse velocità.

Fase II: Si osserva che è possibile mantenere la velocità richiesta, finché il freno esercita una coppia frenante inferiore alla coppia massima. Ciò suggerisce che si può fornire qualunque valore di coppia, purché inferiore alla coppia massima per quella data velocità.

Terzo esperimento

Concetti fisici trattati

Momento giroscopico

Elementi della postazione

Motocicletta, supporto per simulare il rollio, ruota anteriore motorizzata, manopola del gas, display con

indicazione di velocità.

Come si svolge l'esperimento

Fase I: Si invita uno studente a salire sulla moto e di muovere lo sterzo, a ruota anteriore ferma.

Fase II: Si chiede allo studente seduto sulla moto di sterzare bruscamente, a ruota anteriore in movimento.

Cosa si osserva

Fase I: Muovendo lo sterzo della moto con la ruota anteriore ferma, non accade nulla.

Fase II: Se la ruota gira a velocità sostenuta, una rapida rotazione dello sterzo in una direzione produce sul telaio della moto un momento torcente che la fa inclinare. Tale effetto prende il nome di momento giroscopico.

Quarto esperimento

Concetti fisici trattati

Quantità di moto, massa inerziale

Elementi della postazione

Piano in granito lucidato, cursori con cuscinetti a sfere a basso attrito, cubi di stesso volume e forma, ma diverso materiale.

Come si svolge l'esperimento

Si posizionano due cubi di massa e materiale diversi e si posizionano con cura sui cursori.

Fase I: Si invita uno studente a mantenere i cubi in lento movimento.

Fase II: Si chiede di mettere in movimento i due cubi osservando quale dei due si arresta per primo.

Fase III: Si chiede di simulare la scrittura della propria firma con entrambi i cubi.

Cosa si osserva

Fase I: Per mantenere in movimento i cubi non si notano apprezzabili differenze.

Fase II: Il cubo che si ferma per primo è quello dotato di minor quantità di moto, che risulta essere quello di massa minore.

Fase III: Imprimendo ai cubi continue variazioni di velocità si notano differenze: masse diverse richiedono impulsi diversi.

Quinto esperimento

Concetti fisici trattati

Velocità angolare, momento di inerzia, momento angolare

Elementi della postazione

Trave libera di ruotare sul suo supporto centrale, sella di moto, contrappeso. Seduta e contrappeso si possono muovere contemporaneamente e in direzioni opposte lungo la trave, comandati da un motore elettrico.

Come si svolge l'esperimento

Fase I: Si invita uno studente a sedersi sulla sella e a posizionarsi all'estremità della trave e si chiede a un altro studente, in un primo tempo di mettere in rotazione lenta la giostra e, in un secondo tempo, di farla oscillare avanti e indietro.

Fase II: Si invita lo studente sulla sella a posizionarsi vicino al fulcro. La giostra viene messa in rotazione con una spinta e si chiede allo studente di leggere il valore della velocità angolare visualizzata sul cruscotto.

Fase III: Si ripete la fase II con lo studente posizionato lontano dal fulcro.

Fase IV: Si chiede allo studente di utilizzare i comandi e di spostare la sella vicino al fulcro mentre la trave è in rotazione.

Cosa si osserva

Fase I: Lo studente che spinge la sella lentamente avverte uno sforzo quasi nullo, mentre quando la fa

oscillare avverte una certa resistenza. Questo, fa presupporre la presenza di una massa inerziale rotazionale che in fisica prende il nome di momento di inerzia.

Fase II: Si nota che con un impulso rotazionale si trasferisce quantità di moto rotazionale, che in fisica prende il nome di momento angolare.

Fase III: La velocità angolare letta sul cruscotto è minore rispetto alla fase II, anche se l'impulso fornito è lo stesso. Questo suggerisce che il momento d'inerzia dipende da come la massa è distribuita lungo il braccio.

Fase IV: Spostando la sella verso il centro mentre la trave è in rotazione, la velocità angolare aumenta. Il momento angolare resta costante perché non vi è alcun momento applicato, quindi a variare è il momento d'inerzia.

Al termine abbiamo visitato il museo della Ducati con la sua vasta varietà di moto, dove è documentata l'intera evoluzione della moto nel corso del tempo, dalla più antica, simile a una bicicletta e chiamata cucciolo, agli ultimi modelli che sfrecciano ogni giorno sulle nostre strade.

Questa visita ci ha permesso di verificare come la fisica e la matematica siano davvero presenti nella vita quotidiana e negli oggetti e strumenti che noi abitualmente usiamo. Uscite come questa sono molto interessanti e catturano l'attenzione degli studenti perchè coinvolgono in attività stimolanti.

Lasciata quindi la Ducati e la città di Bologna, in tarda serata siamo rientrati a Como con un bagaglio culturale, storico e fisico decisamente più strutturato e arricchito da nuove conoscenze e tante emozioni!

III L1 Liceo Scientifico Carcano di Como