

PARCO ASTRONOMICO ◀ VICOLO DACIADONNE 2. SAN GIOVANNI IN PERSICETO. TEL. 051 827067 MARCO.CATTELAN@MUSEOCIELOETERRA.ORG



LA STORIA

14

Lavora ormai da più di 27 anni **l'osservatorio astronomico** comunale di S. Giovanni in Persiceto, dedicato a Giorgio Abetti (astronomo di Arcetri) ed inaugurato ufficialmente nel 1984. Pensiamo sia interessante raccontare la storia che ha condotto alla realizzazione di questa struttura, in quanto sia la specola sia il telescopio sono il frutto di un paziente lavoro di autocostruzione che ha impegnato, per circa 4 anni, i membri del GAPers (Gruppo Astrofili Persicetani), un'associazione locale di amanti dell'astronomia e della natura, in collaborazione costante con l'amministrazione comunale di S. Giovanni in Persiceto, e con l'incoraggiamento e l'aiuto concreto dei concittadini.

L'osservatorio è stato costruito su un terreno a ridosso del paese per favorirne la fruizione e farlo sentire vicino ai cittadini. La condivisione e collaborazione con molti enti, ditte e singole persone, che donarono denaro, materiale e manodopera, si è rivelata fondamentale per trasformare l'esperienza nata dalla passione di alcuni in un servizio e una possibilità di conoscenza offerta a tutti.

Non appena fu montata la cupola in vetroresina del diametro di 4,5 m (autocostruita!), all'interno vi fu posto in modo provvisorio un **telescopio** di 20 cm di diametro, autocostruito dagli astrofili che nel frattempo stipularono una convenzione con l'amministrazione comunale, per la gestione della struttura. Dato l'interesse che l'iniziativa suscitava sul territorio si convenne insieme al Comune fin dal 1984 e a tutt'oggi, di dedicare due serate di apertura settimanali al pubblico, il martedì e il venerdì anche festivi, e di promuovere iniziative e corsi per le scuole del comprensorio. Il successo fu immediato, e l'attività di divulgazione dell'astronomia promossa dagli astrofili divenne ben presto un'attività continuativa, con l'organizzazione di conferenze, mostre, iniziative culturali, specialmente in occasione di fiere, carnevale e altri eventi. A tutt'oggi decine di migliaia di persone, tra privati cittadini, scolaresche, gruppi, ecc. hanno osservato il cielo attraverso l'oculare del telescopio. Ma dato il crescente interesse, il telescopio si rivelò ben presto inadeguato e si

decise di iniziare subito la costruzione di un telescopio di maggiori dimensioni. La

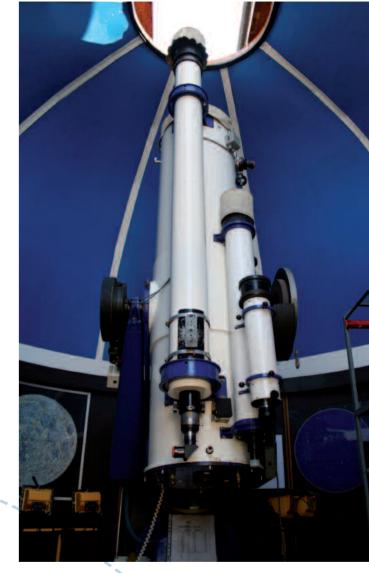
combinazione ottica dello strumento prescelto era di tipo Newton Cassegrain,

con specchio del diametro di 300 mm e focale di 1800 mm che in combinazione Cassegrain raggiungeva la focale equivalente di 5400 mm.

La strumentazione è stata, ed è tutt'ora, utilizzata anche per scopi di carattere non divulgativo, per la ripresa di oggetti celesti mediante la tecnica fotografica. A questo scopo, nel locale sottostante la cupola fu ricavato un vano adibito a camera oscura, utilizzato fino al 1996, anno in cui si pensò di cambiare lo strumento principale per uno più moderno, in seguito al perfezionarsi di nuove tecniche di ripresa fotografica. Si installò quindi una nuova e più robusta montatura equatoriale a forcella per sostenere tutti gli strumenti adibiti alla osservazione:

- il nuovo telescopio in configurazione Newton di 400 mm di diametro per una lunghezza di 2 metri, adatto sia alla osservazione che all'uso fotografico di oggetti deboli;
- il **rifrattore** di 150 mm di diametro e 2,25 metri di focale adatto alla osservazione planetaria:
- un telescopio fotografico a configurazione Baker-Schmidt di 200 mm di diametro e 400 mm di focale utilizzato prettamente per la ripresa fotografica a grande campo...e altri strumenti minori.

Ma la vera innovazione (almeno nell'am-



► osservatorio astronomico

telescopio



bito dei telescopi amatoriali) sono stati i comandi dei movimenti del telescopio, dotato di due motori con un controllo fine di velocità, attraverso una apparecchiatura computerizzata, consistente in una serie di periferiche interfacciate ad un computer. Tale dispositivo, pilotando opportunamente i motori, è in grado di puntare automaticamente gli oggetti celesti di coordinate note e di pilotare la rotazione automatica della cupola, il tutto gestito dal locale inferiore dal quale si possono comandare anche le riprese fotografiche, oggi in formato digitale. Anche se ormai obsoleta per l'affermarsi di nuove tecniche di ripresa fotografica, gli appassionati della tecnica fotografica classica apprezzeranno ancora la presenza, nella parte interrata dell'Osservatorio, di una camera oscura completa. Ma una delle attrezzature più significative è il "fuoco" di uno eliostato, cioè la proiezione dell'immagine del Sole su di un tavolino, grazie a 3 specchi, sistemati su di una apposita montatura. Ciò consente di osservare l'immagine del sole con un diametro di poco superiore a 15 cm. Tale strumento, quasi unico nella sua realizzazione e struttura, è dotato anche di uno spettrografo, per osservare la dispersione della luce bianca solare. La presenza di questa strumentazione giustifica la dedica della specola, nella sua globalità, a Giorgio Abetti, astronomo fiorentino famoso per i sui studi di fisica solare.

IDUE STRUMENTI PRINCIPALI DELL'OSSERVATORIO

I telescopi si suddividono principalmente in due categorie: telescopi con obbiettivo a specchio e telescopi con obbiettivo a lente, rispettivamente denominati riflettori e rifrattori. In entrambe le categorie di strumenti vale la regola che un obbiettivo è tanto migliore quanto è maggiore il suo diametro; infatti un obiettivo di grande dia-

metro, rispetto ad uno più piccolo, è capace non solo di rilevare oggetti meno luminosi, ma anche di discernere particolare sempre più fini.

Nei **telescopi rifrattori**, vale a dire quelli con obbiettivo a lente, lo schema ottico è costituito da un obbiettivo acromatico, il quale concentra i raggi luminosi in un punto chiamato piano focale o più semplicemente fuoco.

Nei **telescopi riflettori**, vale a dire quelli con obbiettivo a specchio nella configurazione più semplice chiamata "Newton" (dal nome del suo inventore) la luce viene concentrata da uno specchio principale parabolico, viene deviata da uno specchietto piano incliriato, posto al centro del tubo e mandata verso l'oculare, montato ad angolo retto rispetto all'asse dello strumento.

L'immagine presente sul piano focale per tutte e due le categorie viene poi ingrandite a piacere utilizzando un complesso ottico positivo di ingrandimento, formato da più lenti e chiamato oculare.

Olire al diametro, che determina la magnitudine limite e il potere risolutivo, un altro fattore importante è la sua lunghezza focale. Con questo termine si intende la distanza tra l'obiettivo e il suo fuoco, valore molto importante qualora si voglia calcolare l'ingrandimento dell'intero sistema. Questo è determinato infatti dal rapporto tra lunghezza focale dell'obbiettivo e quella dell'oculare; intercambiando così oculari con differenti lunghezze focali avremo una variazione dell'ingrandimento del telescopio.

I REGISTRI DI CUPOLA

Al fine di valutare l'affluenza di pubblico, fin dai primi anni di apertura si è deciso di chiedere ai visitatori una "firma" da apporre sulle **pagine del registro di cupola**. Sono così già parecchi i registri di cupola che contengono migliaia di firme. Tra queste, illustri personaggi di scienza e semplici curiosi, gruppi e singoli, insegnanti e studenti, bambini e pensionati! Nei registri si possono trovare anche commenti e disegni (spesso spassosissimi!) fatti sull'onda dell'entusiasmo e della curiosità, nonché i resoconti minuziosamente e puntualmente riportati da Ludovico Pasquali. Se siete stati da queste parti, magari con la vostra scolaresca diversi anni fa, potrete ritrovare la vostra firma eseguita con le incerte mani di bambino e constatare quante persone sono passati sotto le stelle prima e dopo di voi.

16

IL PLANETARIO

Il desiderio di rappresentare la volta celeste e di ricreare i movimenti ad essa associati, quali il sorgere e tramontare degli astri e i vari fenomeni stagionali, risale a tempi antichissimi. Per realizzare questa idea la sfera celeste può essere rappresentata in due modi: immaginando che la si osservi dall'interno (come facciamo tutte le volte che alziamo gli occhi per guardare il cielo) oppure dall'esterno. Il primo metodo risulta senz'altro il più naturale e ovvio visto che la volta celeste ci appare come un'enorme cupola che ci avvolge, una semisfera nella quale noi occupiamo la posizione centrale. Il secondo consiste nella costruzione di un globo sul quale vengono riportate stelle e costellazioni analogamente a quanto si fa nella costruzione dei mappamondi geografici. E' questa senz'altro una rappresentazione innaturale ma efficace dal punto di vista didattico, ed estremamente più semplice dal punto di vista costrutivo dal momento che le dimensioni dei globi possono essere anche molto ridotte e la loro costruzione non richiede tecniche sofisticate.

Tra i più antichi "globi" quello in marmo dell'Atlante Farnese (Il sec. a.C.) è uno dei meglio conservati, perchè la maggior parte dei globi, essendo stati costruiti con il legno, non sono sopravvissuti alle ingiurie del tempo. Su questi strumenti erano tracciati equatore celeste, eclittica e altri cerchi di riferimento, e il loro utilizzo prevedeva la possibilità di effettuare la rotazione intorno all'asse polare al fine di seguire il passaggio in meridiano, il sorgere e il tramontare delle costellazioni o delle singole stelle. Questi oggetti, mirabili e preziosi, avevano però una pecca fondamentale: nel cielo rappresentato mancavano i pianeti. Erano in pratica stellari e non planetari, perché illustravano molto bene l'insieme delle stelle "fisse" ma non prendevano in considerazione oggetti celesti "mobili", come la luna e i pianeti, perché era impossibile ricrearne i movimenti.

I primi veri **planetari** sorsero molto più tardi, intorno al diciassettesimo secolo, quando ormai la concezione eliocentrica di Copernico si era affermata e le tecniche costruttive potevano contare sulle nuove scoperte tecnologiche. Furono dapprima costruiti globi enormi, capaci di contenere anche dieci, quindici persone (come il Globo Gottorp del 1713) che, con movimenti idraulici, ruotavano ogni 24 ore con un inclinazione pari a quella dell'asse terrestre. Tutto era però enormemente dispendioso e ru-

moroso, oltre a non possedere la precisione e i movimenti più fini che si ricercavano. Un grande passo avanti fu il globo celeste Atwood, costruito due secoli più tardi con materiali più leggeri in modo da ridurre il peso e mosso da un motore elettrico. I visitatori penetravano nel globo attraverso un'apertura nell'emisfero meridionale e la piattaforma sulla quale sostavano fungeva da piano dell'orizzonte. Mediante 700 forellini si potevano vedere altrettante stelle (fino alla quarta magnitudine apparente), altri forellini venivano scoperti in prossimità dei pianeti e il sole era rappresentato con una lampada, mentre la luna e le fasi venivano riprodotte utilizzando dei dischi. Il globo Atwood veniva illuminato dall'esterno, affinché la luce, passando attraverso i forellini della sfera, fornisse l'impressione del cielo stellato.

Dieci anni più tardi Walter Bauersfeld direttore della Zeiss (un'azienda ottica tedesca) rivoluzionò il concetto di planetario portandolo alla sua attuale fisionomia. Nel globo Atwood e in tutti i globi planetari di quel tempo, l'illuminazione era esterna e la sfera ruotava intorno ai pochi osservatori ospitati all'interno. Bauersfeld rovesciò i due concetti: l'illuminazione doveva essere interna e la sfera doveva restare immobile. Più precisamente, la semisfera celeste osservabile doveva essere una cupola bianca, fissa, assimilabile ad enorme schermo, sulla quale una macchina rotante relativamente piccola e posta nel centro della sala avrebbe proiettato gli astri e i loro movimenti. Naturalmente tutta la sala doveva essere nella più completa oscurità, affinché i proiettori fossero in grado di svolgere la loro funzione. L'enorme vantaggio derivava dalla possibilità di comandare con semplici interruttori elettrici una piccola macchina da proiezione che richiede scarsa potenza per ruotare, piuttosto di una sfera di grandi dimensioni. Diversi proiettori secondari provvedono ad illuminare

► dentro il planetario



► Lezione al planetario



18

sulla volta i pianeti, la luna e il sole, avendo ognuno di questi l'opportunità di muoversi e ruotare per espletare i moti propri dei pianeti, le fasi lunari e il moto annuo del sole. Era questo il primo **planetario Zeiss** (il modello I), e da allora i vari modelli della Zeiss e di altre case produttrici progredirono nella stessa direzione, migliorandone i moti, il bilanciamento dei pesi, i proiettori accessori e le luci di sala.

Così il planetario di S. Giovanni in Persiceto, in ordine di tempo, è solo l'ultimo di una serie di strumenti sempre più perfezionati che, allo stesso modo dei globi di duemila anni fa, ha l'unico scopo di ricreare in scala la magia del cielo stellato così da avvicinare l'uomo alla conoscenza dell'astronomia e, perché no, anche a facilitarne lo studio.

UN PLANETARIO A PERSICETO

La costruzione

L'allestimento di un planetario a San Giovanni in Persiceto è connesso strettamente all'attività dell'osservatorio astronomico "G. Abetti". Nel 1988, sull'onda del grande successo di pubblico raggiunto dall'osservatorio astronomico, venne proposta all'amministrazione comunale la realizzazione di un planetario in prossimità della casa diroccata adiacente all'osservatorio e nota col nome di "Casa dell'ortolano di sopra". L'amministrazione accolse l'idea e, dopo alcune visite ricognitive al planetario di Ravenna per arrivare ad una migliore messa a punto del proponimento preso, fu definito dal "Gruppo Astrofili Persicetani" (GAPers) un progetto di massima che teneva conto della disposizione e delle forme della casa sopracitata.

► ex casa dell'ortolano dove sorge il planetario



per iniziare una prima tranche di lavori inerenti l'inevitabile e necessario abbattimento della casa, lo scavo delle nuove fondamenta, gli impianti e l'erezione dei muri; il loro innalzamento e con essi il conseguimento iniziale ma tangibile del progetto avvenne nell'estate del 1991.

Negli anni 1993-1994 fu costruito il tetto. Per tale opera il materiale impiegato fu in prevalenza il legno; tale scelta fu adottata per rispettare il precedente stato dell'edificio, per altro riproposto anche con la conservazione della precedente disposizione di porte e finestre.

In altre parole l'edificio che ospita il planetario ricorda moltissimo la precedente "Casa dell'ortolano di sopra" di cui sono stati conservati e rimpiegati gli originali coppi del tetto e le pietre, in alcuni particolari. Nel 1993 furono disponibili anche i fondi messi a disposizione dalla Regione Emilia-Romagna per acquistare **il proiettore del planetario**, mentre la Provincia di Bologna mise a disposizione i contributi per approntare le scale ed il montacarichi necessari per salire ai due piani superiori. Una parte dell'edificio, infatti, secondo il progetto, doveva ospitare una **sezione museale** ed un settore a **laboratorio e didattica** in cui esporre e studiare, con l'aiuto di specifici strumenti, materiali e reperti.

Nel 1996, infine, fu portato a termine **l'allestimento della cupola** o schermo di proiezione in polistirene, un'imponente opera che richiese un ampio ed assiduo impegno, in quanto la sua realizzazione avvenne solo grazie all'attività del volontariato. L'amministrazione comunale, va precisato, come in passato, aveva offerto la collaborazione dei propri tecnici e messo a disposizione i materiali necessari. La cupola fu realizzata in circa 7 mesi di tempo, quasi esclusivamente di sera.

Altra importante ed impegnativa opera fu il restauro, sotto la direzione di Flavio Bonfiglioli (un capace artigiano restauratore di mobili antichi), degli **armadi ottocenteschi** di proprietà comunale e presenti un tempo presso l'ex-scuola media "G. C. Croce".

Questi mobili ora accolgono l'esposizione di meteoriti, fulguriti e sezioni d'albero, sia fossili che contemporanei. A seguito della costruzione del planetario, l'amministrazione comunale ha coinvolto le diverse strutture scientifiche presenti sul territorio e le relative **associazioni di volontariato** nella gestione delle attività.



Le caratteristiche

Il proiettore planetario, realizzato dalla ditta 'Costruzioni ottiche Zen' di Venezia, è in grado di proiettare circa 1500 'stelle' unitamente a Sole, Luna e pianeti (fino a Saturno). Cinquanta comode poltrone con poggiatesta sono fissate al pavimento con disposizione semicircolare orientata verso Sud ove è situata una pedana sulla quale possono prendere posto gli operatori. Proiettori secondari offrono nel corso dello spettacolo la possibilità di ammirare la riproduzione di diversi fenomeni del cielo quali: immagini artistiche delle costellazioni, aurore polari, stelle cadenti, passaggio di satelliti, esplosioni di supernovae eccetera.

Una serie di proiettori orizzontali consentono poi la variazione del paesaggio all'orizzonte e la riproposizione dell'influenza dell'inquinamento luminoso nell'osservazione notturna. La postazione dei comandi e relativa consolle si trovano sotto alla posizione Nord della cupola. La cupola in polistierene è di 9,1 metri di diametro.

Il proiettore Full Dome

Dall'autunno 2011il Planetario si è dotato anche di un sistema di proiezione delle immagini su tutta la cupola (Full Dome), trasformando radicalmente la possibilità di osservare le immagini stesse, che possono quindi essere osservate e"vissute" in modo quasi tridimensionale con un effetto avvolgente e coinvolgente. Come molte altre, anche questa strumentazione è stata in buona parte autocostruita e questo (come per tutto ciò che è stato realizzato in passato) ha permesso di abbatterne i costi, e ci consente di regalare ai visitatori un'esperienza indimenticabile. E' stato attivato, inoltre, un collegamento con l'attiguo osservatorio astronomico al fine di osservare, direttamente dalla sala del planetario, gli oggetti celesti (Luna, pianeti, nebulose ecc.) mediante una telecamera inserita nel telescopio.

Persone in fila per vedere l'eclissi di luna al telescopio



LE ATTIVITÀ AL PLANETARIO E ALL'OSSERVATORIO

Fin dai primi giorni di apertura la curiosità e l'interesse di molti, persicetani e non, ha portato sotto la cupola del planetario migliaia di persone. Per far fronte ad un numero ragguardevole di visitatori urgeva anche trovare un buon numero di operatori che potessero garantirne l'apertura e per questo motivo venne tenuto un corso per planetaristi curato dall'allora responsabile del planetario di Ravenna Claudio Zellermayer, cui seguì un corso di perfezionamento in didattica dell'astronomia (Loredana Capponi).

L'attività di apertura per il pubblico generico prevede l'apertura dell'osservatorio in due serate, il martedì e venerdì, con inizio alle 21, e del planetario il venerdì sera, stesso orario e la domenica pomeriggio, alle 15:30, per andare incontro alle esigenze di orario soprattutto dei visitatori più piccoli..

In occasioni di speciale interesse astronomico, come eclissi, occultazioni o sciami meteorici, osservatorio e planetario sono aperti al pubblico anche in giornate e orari diversi. Per i gruppi organizzati e comitive con un minimo di 25 persone si è data poi la possibilità di aprire su prenotazione anche in tutti gli altri giorni della settimana.

Al fine di allacciare i rapporti e gli scambi culturali con altre realtà simili, nel 1999 l'annuale convegno dell'"Associazione Amici dei Planetari" (14° Meeting dei planetari italiani) si tenne proprio a Persiceto, rendendo quindi ufficiale la presenza del nostro planetario nel contesto nazionale (è in progetto l'istituzione del PLANIT, unica associazione nazionale di riferimento per tutti i planetari in cui il nostro risulterà tra i soci fondatori). Per aderire ad eventi di carattere nazionale, fin dal primo anno di apertura, il planetario di Persiceto ha partecipato attivamente alla "Giornata dei planetari", manifestazione che si svolge in contemporanea nei principali planetari italiani la domenica precedente o seguente l'equinozio di primavera.

IL PARCO ASTRONOMICO

Planetario e Osservatorio sono immersi in un Parco Astronomico liberamente visitabile che sfuma, senza soluzione di continuità nell'Orto Botanico Ulisse Aldrovandi. Il Parco ospita molte attrezzature scientifiche, strumenti di misura e rappresentazioni di "oggetti" di interesse astronomico, descritte più avanti.

CLASSICI DELLA FISICA E STRUMENTI DI MISURA

Ogni spazio del planetario, dell'osservatorio, e l'adiacente Parco Astronomico ospitano molti esperimenti della fisica classica, riprodotti in maniera semplice ma molto efficaci per far comprendere alcune delle leggi fondamentali della fisica e dell'astronomia, un'esperienza che studenti e appassionati possono riprodurre sotto la guida degli operatori, imprimendo indelebilmente nella memoria alcuni dei principi fondanti di quelle forze della Natura che continuamente, inconsapevolmente, sperimentiamo e applichiamo.

Sono ospitati qui anche diversi strumenti di misura, alcuni all'avanguardia ed in grado di fornire dati utilissimi e importanti per monitorare il nostro ambiente come la stazione meteorologica, il sismografo e il contatore geiger.

Antichi strumenti (planetario, primo piano)

Sono presenti riproduzioni di antichi strumenti, per il calcolo o la verifica di fenomeni astronomici e misura del tempo: 4 **astrolabi** arabi, un **notturnale** con **l'abaco** per le maree, un **quadrante** di David Beringer, un **calendario perpetuo**, un **anello astronomico**, un **quadrante cappuccino**, un **sestante**, una **bussola con meridiana**.

Pendolo di Foucault (planetario, piano terra)

E' il metodo più famoso per dimostrare la rotazione della Terra. Fu ideato e proposto da L. Foucault a Parigi nel 1861. L'esperimento si basa sul fatto che il piano di oscillazione di qualsiasi pendolo è indipendente dalla rotazione del gan-

cio. Il piano essendo una entità virtuale matematica, non ha massa e quindi non è trascinato dalla rotazione della Terra. Il piano quindi, se non è soggetto a forze spurie (colpi d'aria, instabilità del gancio ecc.), non cambia la sua direzione. Il nostro pianeta ruota su se stesso, e ciò fa sembrare che il pendolo cambi la direzione del piano di oscillazione verso ovest nell'emisfero nord, e verso est nell'emisfero sud. Il tempo che impiega un pendolo a compiere una rotazione completa è funzione del seno trigonometrico della latitudine: a 45° impiega circa 36 ore.

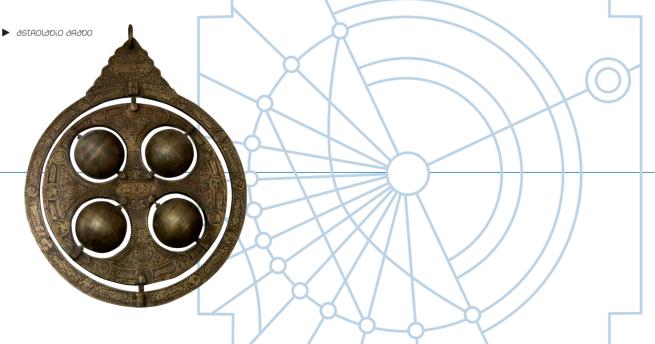
Realizzazione: è formato da un filo di 1 mm di diametro della lunghezza di 6,5 metri a cui è appesa una sfera di circa 17 kg. L'oscillazione può essere mantenuta attiva, con un ampiezza di circa un metro, da un sistema di lancio, costituito da due relè ed un temporizzatore. Il punto cruciale per la realizzazione di un buon pendolo è il gancio di sostegno. E' utile, ma non indispensabile, un giunto cardanico di fissaggio, ma per evitare che l'oscillazione si trasformi lentamente in un ellisse bisogna porre un anello di diametro opportuno sotto al giunto di fissaggio a circa 50 cm di distanza. Il filo del pendolo durante la sua oscillazione andrà a sfiorare detto anello, il piccolo attrito conseguente eviterà l'insorgere della fastidiosa ellitticità dell'oscillazione.

Meridiana (planetario, secondo piano)

Le meridiane sono notoriamente strumenti per la misura del tempo che sfruttano le ombre prodotte da particolari oggetti chiamati gnomoni. Una meridiana può anche essere costruita utilizzando un punto luce generato da una particolare conformazione di un edificio: una parete, un muro, un foro nel tetto, ecc. Nel corso dell'anno l'ombra o il punto luminoso, generato al momento del transito del Sole sul meridia-

no del luogo si allunga o si accorcia, misurando quin-

di i tempi nel corso del giorno e nel corso dei mesi. La meridiana misura il tempo vero del posto, mentre un comune orologio misura un tempo medio civile, utile per tutte le attività dell'uomo. La differenza tra il tempo vero ed il tempo medio, ci da "l'equazione del tempo", cioè i minuti che bisogna sommare algebricamente al tempo della meridiana per avere il tempo



► cercnio ipparco

medio civile. E' poi necessario tenere anche conto della longitudine del luogo, per considerare i tempi che intercorrono tra il transito del Sole sul luogo considerato ed il meridiano di riferimento che fornisce l'orario al fuso in oggetto.

Realizzazione: è stato realizzato il foro di entrata della luce utilizzando uno spigolo del lucernaio, oscurato in parte con una lamiera. Sul pavimento sono stati indicati, tramite borchie di ottone, i punti notevoli del passaggio del Sole nei vari segni zodiacali. Tramite un filo a piombo con il punto di sospensione posto al bordo del foro è anche possibile determinare il "piede della meridiana".

Aberrazione della luce delle stelle (planetario, muro esterno)

E' noto che la velocità della luce nel vuoto è di circa 300.000 km/s mentre la velocità che possiede la Terra nella sua rivoluzione annuale attorno al Sole è di circa 30 km/s. Poiché in Fisica la velocità è anche un vettore, possiamo dire che certamente la direzione da cui sembra provenire la luce di una stella non è certamente corretta. Se si fanno delle misure precise si noterà che le stelle nel corso dell'anno sembrano percorrere in cielo un piccolo ellisse di circa 40" di ampiezza. Ciò fu dimostrato dall'astronomo inglese J. Braedly nel 1724.

Realizzazione: per rendere più semplice la dimostrazione del fenomeno viene utilizzata la Stella Polare, la cui posizione viene registrata nel corso del tempo, ma sempre nella medesima culminazione (inferiore, superiore, ecc.) in cielo. È stato costruito un cannocchiale avvitato al muro esterno del planetario. Tale strumento ha una focale di circa 7 metri ed è costituito da una semplice lente pianoconvessa di 6 cm di diametro posta al termine di una serie di tubi in acciaio inossidabile. L'immagine della Stella Polare viene inviata su detta lente mediante uno specchio. Utilizzando uno specchietto posto ad angolo retto rispetto al tubo all'altra estremità si manda l'immagine sul piano focale di una macchina fotografica. Confrontando le immagini acquisite si potrà apprezzare lo spostamento avvenuto a causa dell'aberrazione della luce.

Transiti delle stelle

(planetario, primo piano è lo stesso usato per l'aberrazione della luce delle stelle) Il pianeta Terra ruota su se stesso in 23 ore 56 minuti 4 secondi circa (giorno), se prendiamo come riferimento una stella, mentre rispetto al Sole la durata del giorno è

di quasi 24 ore, questo perché la Terra ruota attorno al Sole (anno) su di un'orbita ellittica. Misurando quindi il transito di stelle si potranno fare delle misure di tempi.

Realizzazione: è stato posto un piccolo cannocchiale, dotato di un reticolo, lungo il meridiano (direzione Nord/Sud) di una finestra del planetario posta a Sud/Est, con ciò misuriamo l'esatto periodo di rotazione della Terra al momento del transito di una stella, per comodità brillante, utilizzando un orologio molto preciso. Si può anche misurare la durata di un anno e verificare che è di circa 8.766



 cannocchiale per la misurazione dei transiti delle stelle

ore circa (365 giorni e 6 ore) sempre rispetto ad una stella scelta come riferimento.

Polarizzazione della luce del cielo

(planetario, primo piano)

La luce come è noto è un'onda elettromagnetica e come tale ha anche le caratteristiche della polarizzazione cioè della vibrazione su di un piano privilegiato. La luce del cielo azzurro è polarizzata, e il punto del cielo con la massima polarizzazione si registra a circa 90° dal Sole, cioè quando si guarda, con un filtro polarizzatore, un'area del cielo che formi un angolo di 90° tra il punto osservato, l'osservatore ed il sole. Dal punto di vista dell'osservatore, cioè dal luogo in cui ci troviamo, il grado di polarizzazione in ciascun punto del cielo dipende quindi dalla posizione del Sole. Ciò può servire per orientarsi nella navigazione, specialmente nei luoghi ad alta latitudine dove la bussola magnetica non è utilizzabile. E' sufficiente un po' di cielo sereno, tra nubi, per capire il grado di polarizzazione del cielo, quindi per determinare la posizione del Sole e quindi darsi un orientamento.

Realizzazione: è stato posto un semplice filtro polarizzatore libero di ruotare su se stesso montato su di un piccolo tubo telescopico appoggiato al davanzale di una finestra del planetario. Ruotando il filtro si vedrà l'azzurro del cielo assumere tonalità diverse tra il turchese ed il blu chiaro. Quando si guarda a circa 90° dalla posizione del Sole si vedrà una maggiore differenza tra le due tonalità.

26

Radiometro di Crookes (planetario, primo piano)

Come è noto i corpi scuri si riscaldano più velocemente ed efficacemente rispetto ai corpi chiari. Il radiometro di Crookes è uno strumento ottocentesco, formato da un ampolla di vetro con al centro un mulinello composto da quattro palette di mica e sorretto dalla punta di un ago. Nell'ampolla vi è aria a bassa pressione. Le palette di mica hanno una superficie coperta di nero fumo mentre l'altra è grezza e quindi chiara. Esponendo il radiometro alla luce si vedrà il mulinello ruotare velocemente a seconda dell'intensità luminosa. Il fenomeno avviene perché le parti scure delle palette si scaldano maggiormente rispetto a quelle chiare e le particelle di aria che vi rimbalzano sopra, nel loro naturale moto caotico, assumono una velocità maggiore rispetto alle particelle che rimbalzano sulle superfici chiare. Questa asimmetria delle velocità fa si che il mulinello si metta in moto.

Realizzazione: è stato posto il radiometro nei pressi di una lampadina a filamento collegata alla rete elettrica mediante un varia luce. Variando quindi l'intensità dell'illuminazione si ottengono diverse velocità del mulinello, e ciò ricorda un altro fenomeno ottico e cioè la pressione di radiazione: nello spazio la luce è capace di spostare la materia. Ciò è dimostrato dalla formazione della coda nelle comete. Per evidenziare questo concetto nei pressi del radiometro sono stati poste diverse foto di comete, rappresentate anche in pitture rupestri preistoriche.

Diapason e bolidi (planetario, primo piano)

Quando una grossa meteora, o bolide, appare in cielo, a volte per effetti fisici particolari (simili al tuono durante un temporale), si producono dei suoni simili al crepitare di mitragliatrici o al rullare delle pale di un elicottero. E' possibile che questi effetti sonori siano così forti da indurre dei deboli tremori sulla superficie terreste quando sul-

► RADIOMETRO DI CROOKES

28



la verticale di un luogo transita la grossa "stella cadente". Se in quelle aree esiste un sismometro è possibile che questo piccolo tremore venga registrato. Famosi sono i sismogrammi prodotti dai bolidi del 19 gennaio 1993 e del 6 gennaio 1996 che sono passati sopra l'Emilia Romagna.

Realizzazione: è stato costruito uno strumento composto da un campanello e da un diapason. Quando si suona il campanello, la vibrazione fa oscillare il diapason i cui rebbi sono stati precedentemente accordati. Questa debole oscillazione la si può avvertire appoggiando le dita sul diapason stesso e con ciò verificare che una vibrazione sonora produce una vibrazione meccanica ondulatoria. La Terra in realtà si comporta come un diapason e risuona quando è interessata da qualche fenomeno fisico di grandi proporzioni. A fianco di questo strumento sono visibili i tracciati dei due bolidi sopra citati.



▶ diapason

Radio a galena (planetario, primo piano)

Il solfuro di piombo o galena è un noto minerale che ha proprietà elettriche particolari, cioè si può comportare da diodo. In passato questa caratteristica era utilizzata per costruire delle semplici apparecchiature radio, costituite da un avvolgimento, a volte un condensatore ed un lungo filo usato come antenna. Il segnale veniva prelevato poi ai capi dell'avvolgimento, dopo il diodo o galena, con una cuffia.

Realizzazione: è stata collegata una radio a galena di tipo commerciale all'impianto di terra del planetario, mentre un filo di rame di circa 10 metri è stato steso sopra la serie di neon che servono per l'illuminazione del primo piano. Una buona terra ed un buona antenna sono fondamentali per udire distintamente il segnale. Per far si che il risultato sia sempre eccellente è stato posto in parallelo al cristallo di galena anche

► Radio a Galena



un semplice diodo al germanio. La radio è stata poi protetta da uno schermo di Plexiglass nei pressi del quale è stato posto un campione del minerale grezzo, cioè di come si trova la galena in natura.

Tubo di Geissler (planetario, primo piano)

I tubi di Geissler sono tubi a scarica elettrica con all'interno vari gas a pressione inferiore di quella atmosferica. Tali tubi vennero ideati da J. H. Geissler nel 1857 per studiare la conduzione dei gas. Collegato agli elettrodi di un rocchetto di Ruhmkorff, il tubo di Geissler si illumina e il colore della luce dipende dal gas in esso contenuto. In passato si costruirono anche tubi

con vetro all'uranio che dava alla luce una colorazione giallo-verdastra.

Realizzazione: un tubo di Geissler all'uranio è stato collegato ad un rocchetto di Ruhmkorff alimentato da un comune generatore a 12 volt. Appoggiando poi un magnete al tubo, si vede che la luce emessa viene "deformata" e "spostata" come succede ad un comune televisore se avvicinato ad un magnete. Ciò dimostra la presenza degli elettroni che, accelerati, emettono luce analogamente a quanto succede durante le aurore polari dove particelle cariche elettricamente provenienti dal Sole vengono imprigionate ed accelerate dal campo magnetico terrestre, emettendo, per questo, luce.

Minerali fluorescenti (planetario, primo piano)

30

Molti minerali sono composti da elementi radioattivi. Se illuminati con luce ultravioletta o lampada di Wood, emettono luce di diverso e sgargiante colore. La luce ultravioletta è emessa anche dal Sole e alcuni oggetti, come certi minerali e fiori, se illuminati con questa luce riflettono un colore diverso, pur non essendo radioattivi.

► minerali fluorescenti



Realizzazione: è stato realizzato un disco rotante con dei supporti sui quali sono appoggiati dei minerali fluorescenti che vengono a turno illuminati da una lampada a luce ultravioletta, ruotando il disco con un motore elettrico. I minerali tipo Fluorite, Aragonite e altri, emettono luce particolare. Anche una piccola collezione di farfalle viene illuminata dalla luce ultravioletta, producendo, sulle ali, un fenomeno simile. Alla base del disco invece è appoggiato un campione di ossido di uranio (Pechblenda), opportunamente protetto da una lastrina di piombo, per dimostrane la grande sensibilità alla luce ultravioletta e, grazie ad un misuratore geiger, la debole radioattività.

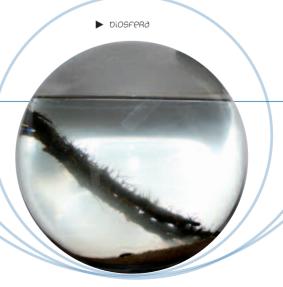
STORIA NATURALE

Biosfera (planetario, piano terra)

Iniziamo un percorso dedicato alla storia naturale sulla Terra, piccola storia dentro l'Universo, da una biosfera.

Apparentemente la biosfera ha poco a che fare con l'astronomia.. ma, a ben pensare, rappresenta un microcosmo che riproduce in piccolo quanto serve alla vita, e che potrebbe continuare a vivere in qualunque luogo, purchè la temperatura lo consenta, e che certamente esisterà in qualche altro punto dell'Universo.

In commercio si possono acquistare degli acquari completi, sigillati, che non hanno bisogno di particolari manutenzioni, a dimostrazione dei cicli della materia che consentono di mantenere in equilibrio la produzione e il consumo degli elementi vitali da parte di organismi animali e vegetali presenti nell'acquario. Questi acquari, chiamati non a caso biosfere, (come lo è il pianeta Terra) potrebbero quindi vivere anche sulla Luna o nello spazio, se ci fosse una temperatura accogliente.



Realizzazione: in una sfera di vetro sono stati posti alcuni gamberetti, della ghiaia ricca di alghe ed un frammento di legno di un arbusto, il tutto immerso in acqua e sigillato. L'acqua non riempie completamente la sfera, creando con ciò anche un equilibrio con l'aria.

Meteoriti (planetario, primo piano)

Per meteorite si intende il residuo solido di una meteora o stella cadente. In armadi e teche è esposta una grande e completa collezione di meteoriti provenienti da tutto il mondo. Oltre a questi sono esposti anche numerosi campioni di tectiti, vetri naturali e rocce provenienti da crateri da impatto. Questi campioni contengono informazioni e tracce di antichi impatti di corpi cosmici sulla Terra. E' possibile osservare anche (mediante un opportuno microscopio) delle microspiche meteoriti trovate sui tetti di case del paese. Proprio così: è possibile trovare le micrometeoriti ovunque, se opportunamente cercate. La collezione di meteoriti ospitata al Planetario di Persiceto è una delle più complete in Italia, ed è stata catalogata secondo la normativa internazionale, rendendosi quindi anche utile per gli studiosi.

Fulguriti (planetario, primo piano)

Per fulgurite si intende un tubulo vetroso prodotto dal calore di un fulmine che si scarica sulla sabbia o, comunque, sul terreno, lasciando delle tracce di fusione. La tem-

► collezione di fulguriti



peratura sviluppata dal fulmine può arrivare anche a 30.000 °C e quindi è facile che in territori ricchi di sabbia, quali i deserti o le spiagge, si possano recuperare delle tracce vetrificate della scarica elettrica. E' esposta una grande collezione di campioni provenienti da tutto il mondo. Completa la collezione la presenza di alcuni tronchi o sezioni di alberi colpiti da fulmini.

Reperti da Tunguska (planetario, primo piano)

Un albero è un grande "notaio" che scrive nel proprio legno i diversi fenomeni, climatici e non, che accadono nell'area in cui vive. Sapendo leggere tra gli anelli di accrescimento si possono ricavare tante informazioni su ciò che è successo nel tempo. In questo piano è esposta una collezione di una ventina di sezioni di tronchi di alberi diversi, soprattutto conifere da cui si possono ricavare diverse informazioni, "leggendo" ciò che è scritto negli anelli di accrescimento.

Tunguska è un fiume siberiano nei pressi del quale il 30 giugno 1908 esplose un corpo cosmico che generò la distruzione della foresta (taigà) per oltre 2000 km². Unici testimoni viventi dell'evento sono alcuni alberi che sopravvissero alla catastrofe. Dai loro anelli di accrescimento si possono ricavare diverse informazioni.

E' esposta una bella e completa collezione di legni di alberi sopravvissuti o di alberi abbrustoliti al momento dell'esplosione. Completa l'esposizione una gran quantità di rocce e minerali raccolti in tutta l'area interessata dall'evento. La collezione esposta presso il Plane-



 COLLEZIONE DI REPERTI PROVENIENTE DOLL'OREÒ DI TUNGUSKO CSIDERIÒ DOVE ESPLOSE UN ENORME METEORITE NEL 1908

► PSITT∂COS∂URO



tario del Museo del Cielo e della Terra è sicuramente la più completa collezione di materiali al momento presente al di fuori della Russia.

Fossili (planetario, primo piano)

Sono esposti diversi fossili di piante ed animali di diverse ere geologiche al fine di dare informazioni sui diversi momenti dell'evoluzione della vita sulla Terra. In particolare sono messi in relazione tipi di piante presenti nel vicino orto botanico, come sequoia, meta sequoia, cipresso di palude, *Gimko biloba* e molti altri, con i loro fossili. E' possibile ammirare una serie di campioni tra cui un teschio di orso delle caverne e una zanna di Mammut, per introdurre al tema delle glaciazioni, ed una bella serie di piccole piante e pesci provenienti dalla pesciaria di Bolca. Di notevole interesse un bell'esemplare di Psittacosauro giovane. Un dinosauro proveniente dalla Cina di oltre 100 milioni di anni fa, che introduce al tema delle estinzioni di massa. Vi è anche una grande collezione di trilobiti unita ad una bella collezione di legni fossili in cui sono rappresentati diversi periodi della storia naturale. Completa l'esposizione un percorso ideale che partendo dalle rocce più antiche terrestri, e passando per diversi fossili sia marini che terrestri arriva agli albori dell'uomo. Non è da trascurare una bella collezione di ambre, ovvero resina fossile in cui sono rimasti imprigionati insetti primordiali.

Rizocrete (planetario, primo piano)

Le rizocrete sono calchi fossili di radici di piante. In apparenza simili alle fulguriti si differenziano da queste per il fatto che non contengono tracce di fusione. Le rizocrete si sono formate in ere lontane grazie alla sostituzione lenta dei tessuti della

▶ RiZOCRETE



radice morta e marcescente con concrezioni di sali minerali che poi, amalgamandosi, producevano le forme che noi ritroviamo. Esiste una bella collezione di rizocrete provenienti soprattutto dal deserto libico.

Strati limite (planetario, primo piano)

A fianco di un cartellone che descrive le ere geologiche, sono esposti campioni di roccia sedimentaria, che si riferiscono ad alcuni eventi verificatesi sulla Terra in lontani tempi geologici. Lo strato limite riferito al permiano/triassico è il passaggio tra l'era paleozoica e la mesozoica; questo passaggio fu la causa della scomparsa di oltre il 95 % delle forme viventi, comprese le trilobiti. Lo strato limite tra cretaceo/terziario (K/T) segna il passaggio tra l'era Mesozoica e Cenozoica. Tale grande estinzione provocò la scomparsa di oltre il 75 % delle forme viventi tra cui i dinosauri.

Archeologia (planetario, primo piano)

Sono esposti diversi manufatti e vasi preistorici appartenenti sia al paleolitico che al neolitico per poter fornire informazioni sull'uso di minerali e rocce che l'uomo da sempre ha utilizzato. In una teca vengono associati alcuni manufatti ai diversi stadi dell'evoluzione dell'uomo partendo dal *Ramapitecus* fino a *Homo sapiens*.

► modello in Roccia dello STRATO-LimiTe PERMIANO-TRIASSICO





► minerali e rossili dell'appennino

Esposizioni di minerali e fossili dell'Appennino (planetario, secondo piano)

Sono esposti diversi fossili e minerali prevalentemente dell'Appennino Tosco Emiliano provenienti da tre diverse donazioni: Claudio Bertarelli, Marco Piani e Gabriele de Angelis. Dell'esposizione fanno parte una belle collezione di septarie, un bel fossile di felce arborea, diversi denti di squalo ed alcuni pesci, oltre a quasi tutte le rocce e minerali della nostra regione.

ASTRONOMIA

Sfera Celeste (parco astronomico)

E' stata realizzata, con del tubetto metallico, una sfera di 3 metri di diametro rappresentante la posizione di meridiani e paralleli. Su di questi, sono stati saldati dei tubolari in ferro rappresentanti l'eclittica (il percorso apparente del Sole in cielo) i coluri (i meridiani che passano per gli equinozi ed i solstizi) l'equatore galattico (il piano mediano della nostra galassia) e l'equatore celeste (la proiezione in cielo dell'equatore terrestre). Al centro della sfera è posta una sfera di rame che raffigura la Terra. Su meridiani e paralleli sono state poste delle rondelle per indicare le principali costellazioni di riferimento e cioè l'Orsa Minore con la Stella Polare, l'Orsa Maggiore e la

► srena armillare



Croce del Sud. Questo manufatto ci permette di verificare alcuni concetti base dell'astronomia tra cui la durata del giorno in funzione delle variazioni delle stagioni, vista come distanza tra l'eclittica e l'equatore celeste; la posizione della Terra e la inclinazione dell'eclittica rispetto al piano della galassia; la distanza della Croce del Sud dal polo sud e la sua posizione rispetto alla costellazione dell'Orsa Minore.

Modello di Sistema Solare (parco astronomico)

Il sistema solare è costituito da pianeti, satelliti, asteroidi, comete, che ruotano attorno al Sole su orbite e distanze ben definite la cui stabilità decresce in relazione al ridursi delle dimensioni del corpo cosmico in questione. Il sistema solare a grandi distanze dal Sole è ricco di corpi minori e comete, mentre nei pressi del Sole i corpi sono di medie e grandi dimensioni. Le orbite sono tutte descritte dalle tre leggi di Keplero, di cui la terza mette in relazione i periodi di rotazione con le distanze dal Sole. Realizzazione: è stato realizzato nel vialetto di ingresso al planetario, in pieno orto botanico, uno schema di sistema solare dove le distanze sono rapportate con una scala in cui due metri equivalgono a 150 milioni di chilometri (cioè la distanza Terra -Sole). Le posizioni dei vari pianeti (Mercurio, Venere, Terra, Marte, Giove, Saturno, Urano, Nettuno e Plutone) rispetto al Sole sono indicate da dei paletti di metallo e plastica. Ciascun paletto sostiene una targhetta che reca il nome e le caratteristiche del corrispondente pianeta. A due metri dal paletto Sole, e quindi alla distanza della Terra, è stato realizzato un arco meridiano che sovrasta il passaggio del vialetto che porta al planetario ed all'osservatorio. Detto arco è sorretto da due pilastri in pietra su cui sono stati poste alcune targhe esplicative oltre alle coordinate proprie del luogo.

Plinto di Tolomeo (parco astronomico)

Riproduzione dello strumento descritto dal grande astronomo Tolomeo, vissuto in Egitto nel II d.C.

Realizzazione: sul pilastro sud, che sorregge l'arco meridiano, è posta una piastra metallica graduata. Tale manufatto è avvitato alla parete del suddetto pilastro che guarda verso est. Sulla piastra metallica in vicinanza dello spigolo superiore, verso sud, è posto uno gnomone la cui ombra a mezzogiorno, nell'istante in cui il Sole rag-

 à sinistra: modello in scala delle dimensioni dei Pianeti, à destra: modello in scala delle distanze tra i Pianeti del sistema solare, rispetto al sole







Pli∪to di tolomeo

giunge la sua massima altezza, si proietta sul settore circolare graduato e permette di misurare l'altezza del Sole. Tale strumento permette di determinare l'alternarsi delle stagioni e la latitudine del luogo ove viene costruito.

Plinto-dimensione pianeti (parco astronomico)

Nel sentiero sul quale è stato realizzato il modello del sistema solare è posto un manufatto in cemento e lamiera su cui sono riportate in scala le dimensioni dei pianeti rispetto al Sole.

Realizzazione: su di una lastra circolare in acciaio inossidabile, troncata su lati opposti, sono stati effettuati diversi fori con diametro variabile. La lastra circolare rappresenta il Sole mentre i fori rappresentano i pianeti. La scala è tale che un millimetro è pari a 1000 Km.

Cerchio di Ipparco (parco astronomico)

È attribuito ad Ipparco di Nicea, astronomo greco del II a.c., ma fu ideato probabilmente molto tempo prima.

Realizzazione: è in apparenza un semplice anello di metallo ma è ricco di implicazioni astronomiche se orientato secondo il meridiano e posto parallelo ed inclinato secondo l'equatore celeste locale. È forse il primo vero strumento astronomico ideato per verificare i moti della Terra. Le ombre proiettate dell'anello indicano le date dei solstizi e degli equinozi. Le ombre si trasformano nel corso dell'anno, da ovali molto eccentrici (solstizi), a rette (equinozi).

► OROLOGIO SOLARE PLANETARIO



Orologio solare (planetario, parete esterna)

Meridiane ed orologi solari da secoli arricchiscono gli esterni di edifici e monumenti. La misura del tempo durante la giornata e nel corso dell'anno, viene valutata in modo preciso proprio dalla posizione e dalla forma delle ombre prodotte da uno stelo o gnomone.

Realizzazione: Sulla facciata sud/sudovest del planetario è stato realizzato un orologio solare di dimensione 5 x 4 metri, dotato di uno gnomone in alluminio e ottone di circa 1 metro di lunghezza. Detto strumento è molto utile per eseguire valutazioni sull'astronomia di posizione quali l'inclinazione dell'asse terrestre, lo spostamento nel corso dell'anno del Sole, il trascorrere delle ore ecc. Motto dell'orologio è "Nulla Fluat Cuius Meminisse Non luvet "cioè "Nessuna ora passi di cui non giovi il ricordo".

Orologio solare (parco astronomico)

Realizzazione: Sulle pareti est, sud ed ovest del muro dell'osservatorio è stata realizzata una trilogia di orologi solari. L'orologio posto a sud si estende anche sul selciato dell' adiacente piazzuola dove sono stati posti a dimora dei riferimenti indicanti gli azimut del sorgere e tramontare del Sole ai solstizi.

Orologio solare botanico (parco astronomico)

Le ombre ed il loro spostamento nel corso della giornata hanno da sempre indicato la misura del tempo. Ogni palo verticale è, virtualmente, la potenziale parte di un orologio. Se si fa attenzione durante il giorno e quindi nei mesi, si vedrà che

► OROLOGIO SOLARE SULL'OSSERVATORIO ASTRONOMICO



ciclicamente le ombre prodotte ritorneranno ad avere le stesse dimensioni nei corrispondenti momenti. Ciò è dovuto all'inclinazione dell'asse terrestre ed alla costanza del moto di rotazione della Terra attorno al Sole.

Realizzazione: sul prato posto sul prolungamento del complesso edilizio che contiene celostato, sismometro, radiometro e strumenti meteorologici, è stato realizzato un grande orologio solare che utilizza come gnomone il palo che sostiene gli strumenti che misurano la direzione e velocità del vento (aerometro, anemometro). Per segnalare e delimitare sul terreno le ombre e quindi le ore nel corso del tempo, sono state poste a dimore tre specie di piante. Per indicare la curva del solstizio estivo sono state scelte delle piante di rose antiche. Per indicare la linea degli equinozi sono state scelte delle piante di forsizia e per indicare la curva del solstizio invernale sono state poste a dimora delle piante di agrifoglio.

Radiotelescopio (parco astronomico)

Il Sole, come tutte le stelle, emette anche onde radio. Utilizzando un apposito ricevitore si possono osservare e misurare segnali provenienti dal Sole e più in generale dalle stelle e dal cosmo.

Realizzazione: abbiamo costruito un piccolo radiotelescopio (radiometro) per l'osservazione del Sole usando un ricevitore sintonizzato su di una frequenza di 10 GHz, cioè su di una lunghezza d'onda di 3 cm montato su di una parabola del diametro di 1,2 m per l'analisi della radiazione termica del Sole.

► R∂diotelescopio



Radiometeore (parco astronomico)

Le meteore o stelle cadenti, quando solcano l'alta atmosfera producono uno strato di aria ionizzata. Se in quella direzione vi è l'antenna ricevente sintonizzata sulla frequenza di emissione di una stazione trasmittente (tipo radio o TV) molto lontana, che normalmente non avverte perché situata sotto l'orizzonte, allora vi potrà essere per pochi secondi, una trasmissione di dati. Questo sistema si chiama anche "back scattering". Il fenomeno può essere utilizzato per avvertire quindi il passaggio di una meteora.

Realizzazione: abbiamo utilizzato un'antenna Yagi a 5 elementi collegata ad un piccolo ricevitore radio sintonizzato ad un frequenza di 143.5 MHz: la frequenza di una stazione radar meteorologica posta a Digione in Francia. Quando vi è il passaggio di una stella cadente o meglio di un bolide, la radio vede la portante della stazione televisiva e quindi emette un segnale che avverte del passaggio del corpo, che diventa con ciò una radio meteora.

Celostato (parco astronomico-osservatorio)

Usando tre specchi è possibile osservare il Sole o la Luna piena proiettati su di un semplice tavolo. Questo strumento è chiamato anche eliostato perché permette di vedere il Sole fermo stando comodamente seduti.

Realizzazione: si è posto uno specchio piano di 21 cm di diametro su di una montatura equatoriale dotata di un moto orario che compie un giro ogni 48 ore (questo perché la riflessione raddoppia gli angoli e quindi le 24 ore si trasformano in 48). Lo specchio riflette la luce del Sole su di uno specchio sferico di diametro 15 cm e circa 17 metri di focale. La luce così focalizzata attraversa un tunnel arrivando nella parte interrata dell'osservatorio. Qui la luce solare viene ulteriormente riflessa, da uno specchio piano di 30 cm di diametro, su di un tavolino registrabile in altezza (la regolazione in altezza del tavolino permette di trovare la corretta po-

▶ antenna radiometeore



sizione del fuoco). Con questo sistema possiamo osservare un Sole del diametro di 15,7 cm in inverno e 15,2 cm in estate. L'eccentricità dell'orbita della Terra produce una variazione di 0,5 cm circa nelle dimensioni apparenti del Sole. Con questo strumento è facile e comodo vedere le macchie solari e quindi stimare con precisione il periodo di rotazione del Sole.

Spettroscopio (parco astronomico)

È noto che la luce bianca del Sole è composta dei vari colori che il fenomeno dell'arcobaleno mostra in modo semplice e meraviglioso. Usando un particolare sistema ottico è possibile osservare una perfetta scomposizione della luce nei vari colori e mettere in evidenza anche delle aree (righe) scure nello spettro. L'apparire di queste righe è dovuto all'assorbimento di quel particolare tipo di luce da parte di elementi chimici presenti nella corona cioè nell'atmosfera del Sole.

Realizzazione: con una semplice fenditura, regolabile nello spessore, si dosa la luce del Sole proveniente dall'eliostato, per farle attraversare una lente e farla riflettere su di un reticolo di diffrazione che ha 2880 righe per millimetro. La luce così riflessa e scomposta viene poi focalizzata, mediante la lente stessa (che ha un diametro di 8 cm e focale 1,2 metri), su di uno schermo bianco. L'effetto è molto interessante: sovrapposti ai vari colori del continuo solare vi sono le righe scure di assorbimento. Inclinando in modo diverso il reticolo si ha poi la possibilità di mettere in risalto dei particolari di righe, colori e lunghezze d'onda. Mettendo un termometro digitale nella posizione propria dell'infrarosso (oltre le riga H-alfa dell'idrogeno) si noterà un leggero aumento di temperatura.

Punto geodetico - altitudine (parco astronomico)

La Terra, come è noto, non ha la forma perfettamente sferica, quindi per indicare l'altitudine di un luogo, è stata stimata un'altezza sul livello medio marino del pianeta. **Realizzazione**: nell'area dell'orto botanico, nei pressi del radiometro, è stata collocata una torretta in cemento sulla quale è stato fissato un riferimento. Dopo varie misure satellitari è stato stimato che quel punto è alto 25,0+/0,5 metri sul livello medio marino del pianeta. Questo è un riferimento molto utile per tarare un altimetro.

Sismometro e sismografo (parco astronomico)

La Terra come pianeta è sede di perturbazioni del mantello e della crosta (terremoti) che provocano onde sismiche. Il motore di tutto ciò è la tettonica a zolle, cioè la continua e lentissima variazione della posizione dei continenti che, come fossero zattere alla deriva, si spostano nel corso di milioni di anni, cambiando continuamente i confini delle terre emerse.

Realizzazione: lo strumento è stato realizzato utilizzando un modulo montato su due cardini che gli permettono l'oscillazione lungo un asse come fosse una finestra. All' estremità del modulo è stato posto un conduttore metallico che oscilla tra due solenoidi; lo spostamento dovuto ad un evento sismico genera una differenza di potenziale, indicata come segnale elettrico da una comune stampante termica. Lo strumento è stato montato, in oscillazione est/ovest, su di una piastra di marmo fissata saldamente nel terreno.

Meteorologia (parco astronomico)

Nel parco è collocata una stazione meteorologica dotata di vari strumenti che utilizzano un supporto cartaceo per la registrazione dei dati: **barotermoigrografo** per misurare temperatura, pressione, ed umidità atmosferiche; **pluviografo**: per misurare la piovosità; **geotermografo** a tre sensori per misurare la temperatura del sottosuolo a tre diverse profondità, 10, 20, e 50 centimetri; **eliofanografo**: per misurare le ore di Sole splendente nel corso della giornata, **piranografo**: per misurare le calorie per metro quadrato al secondo assorbite durante la giornata;

anemometro ed aerometro misurano la direzione e l'intensità del vento. Oltre a questi strumenti esiste anche una completa stazione digitale.



► sismometro e sismografo



PERCORSI DIDATTICI

Vengono proposte sinteticamente alcune delle tante esperienze didattiche che si possono effettuare usando la strumentazione presente all'interno della struttura.

Misura del giorno solare

Utilizzando lo strumento eliostato, si potrà disegnare su di un foglio su cui è apposto un cerchio la posizione di una macchia solare. Tornando a fare la stesa osservazione dopo uno o più giorni si noterà che la macchia pur modificandosi si è spostata, ciò è indice della rotazione del Sole. Le macchie nascono e si dissolvono nella stessa posizione sul Sole. Siccome il diametro apparente del Sole sul tavolo dell'eliostato è di 15 cm circa facendo una semplice proporzione si ricaverà la durata del periodo di rotazione del Sole su se stesso o giorno solare.



nebulosa nelix

Ricostruzione dell'orbita della Terra attorno al Sole

Utilizzando lo strumento eliostato nel corso dell'anno, facendo almeno una osservazione al mese, si vedrà che la dimensione del Sole cambierà da un massimo di 15,7 cm ad un minimo di 15,2 cm. Ciò è dovuto allo spostamento della Terra lungo la sua orbita. Misurando il diametro solare almeno una volta al mese quindi si verificherà il cambiamento del diametro apparente del Sole, con ciò si verificherà che l'orbita della Terra è ellittica, con un punto di massima distanza nei primi giorni di luglio e di minima distanza nei primi giorni di gennaio.

► G∂L∂SSi∂ M51



Verifica della presenza dei raggi infrarossi nello spettro solare

Utilizzando lo spettroscopio e ponendo semplicemente un termometro oltre la riga "h alfa" dell'idrogeno quindi oltre la parte rossa dello spettro, immediatamente dopo alla zona priva di colori, si vedrà una leggera variazione in aumento del valore della temperatura. Ciò significa che a quella lunghezza d'onda vi è una radiazione che pur non essendo visibile è capace di fare salire il termometro e quindi vi è radiazione infrarossa.

Studio delle fasi di Venere

Osservando il pianeta mediante il telescopio nel corso dei mesi di visibilità serale o più scomodamente mattutina, si osserverà una variazione nelle dimensioni e nella forma. Da piccolo e quasi circolare diventerà via via sempre più grande in dimensione assumendo la forma a falce sempre più accentuata, mostrando quindi le fasi come la Luna. Ciò significa che Venere è un pianeta interno tra la Terra ed il Sole.

Misura del raggio della Terra

Questa misura si può fare in modo semplice nei giorni di equinozio o immediatamente vicini perché in quelle date il Sole si trova sull'equatore celeste, e quindi è a picco sull'equatore terrestre. Prendendo per semplicità una latitudine di 45° (pigreco diviso quattro) per Persiceto, si otterrà facilmente la misura del raggio terrestre col metodo di Eratostene. Infatti sapendo che la distanza che separa il paese dall'equatore lungo un meridiano è di poco superiore ai 5000 km e considerando che durante gli equinozi il raggio terrestre è la diagonale tra l'equatore stesso ed il prolungamento al suolo dei raggi solari, da un semplice calcolo trigonometrico si otterrà che 5000 Km moltiplicato per 4 e diviso per 3.14 corrisponde al raggio terrestre cioè circa 6370 km.





Misura del valore dell'accelerazione di Gravità terrestre

Si utilizza il pendolo di Foucault posto nella sala planetario. Infatti considerando la formula che descrive il periodo del pendolo P = $2 \pi \sqrt{L/G}$, in cui l'accelerazione di gravità è l'incognita e sapendo la lunghezza del filo stesso, si ricaverà in base al periodo, l'accelerazione, cioè circa 9,81 metri al secondo quadrato.

Misura della durata del giorno siderale

Utilizzando il semplice ma appropriato cannocchiale posto sulla finestra sud del planetario, si osserva il transito di una stella qualsiasi in due giorni successivi. Prendendo i tempi con l'attiguo orologio si noterà che il transito nei giorni successivi avviene con un periodo di 23 ore 56 minuti circa. La precisione non è appropriata, ma per una misura qualitativa il valore è ampiamente accettabile.

Verifica della legge di attrazione universale

La verifica della legge di attrazione si effettua applicando il metodo di Cavendish, mediante il pendolo di torsione posto nel secondo piano del planetario. Spostando le due sfere di piombo di circa 25 Kg cadauna nei pressi delle due sfere di metallo di circa 0,4 kg cadauna si metterà un oscillazione il pendolo. Poi, osservando gli estremi dell'ampiezza di oscillazione utilizzando un laser, si vedrà che le due oscillazioni differiscono di circa 0,5 cm rispetto alle posizione alternata delle due sfere. Con ciò si dimostra che le due sfere di piombo attirano le due sfere di metallo, dimostrando così la forza di attrazione universale enunciata da Newton, per la quale due masse si attirano con una forza che è proporzionale al prodotto delle masse ed inversamente al quadrato della loro distanza.

Misura della aberrazione della luce delle stelle

Questa dimostrazione può essere effettuata utilizzando il telescopio solidale col muro del planetario. Si osserva la stella polare durante una stessa culminazione utilizzando l'attiquo orologio a tempo siderale, fotografandone l'immagine attorno gli equinozi (mesi di settembre e marzo). Poi si confronteranno le immagini puntiformi presenti sulla foto e si noterà un leggero spostamento della stella. Considerando poi la focale dello strumento (circa 7 metri), si calcolerà uno spostamento di circa 40 secondi d'arco.

Sintesi additiva dei colori

Per questa dimostrazione si utilizzeranno i faretti posti nella sala planetario proprio nelle immediate vicinanze del proiettore. Accendendo contemporaneamente le tre luci: rossa, verde, blu, si otterrà una sovrapposizione biancastra sulla cupola del planetario stesso, dimostrando con ciò che questi sono i colori primari e che lo loro somma dà la luce bianca. Utilizzando poi il disco di Newton si potranno fare altre considerazioni sul meccanismo della visione.



► IUNA AL QUINTO GIORNO di IUNAZIONE

Formazione crateri da impatto

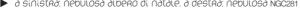
Si utilizza un vassoio ripieno di farina; su di esso si lancia un sassolino o una moneta. Il corpo penetrerà nella farina producendo un cratere e soprattutto alcuni schizzi che ricordano gli ejecta classici dei crateri da impatto visibili molto bene nei pressi dei crateri lunari. La prova sarà ultimata poi mostrando i tre tipi principali di meteoriti: sideriti, sideroliti ed aeroliti.

Acustica

Si utilizza una molla a molte spire di ferro dolce. Ponendola su di un tavolo e con la presenza di due operatori, si potranno fare diverse esperienze sulla formazione e propagazione delle onde meccaniche attraverso un mezzo e quindi sulle onde acustiche. Unita questa si utilizza poi la campana di quarzo, con la quale si verificherà la presenza di vibrazioni dell'aria circostante la campana stessa.

Pendoli accoppiati e terremoti

Utilizzando due pendoli posti su di uno stesso sostegno si verificherà la loro risonanza a diverse lunghezze dei pendoli stessi. Ciò è utile per capire l'effetto delle perturbazioni sismiche sulle costruzioni: grattacieli, palazzi, case, che si comportano come pendoli.





46



▶ a sinistra: nebulosa albero di natale, a destra: nebulosa NGC281

RINGRAZIAMENTI

Sono state tante le persone che nel corso degli anni hanno collaborato, ed è quindi impossibile elencarle senza rischiare di dimenticare qualcuno. Vogliamo quindi citare solo due persicetani, che per passione, lungimiranza, presenza, competenza, sono stati fondamentali in oltre 30 anni di attività: Ludovico Pasquali e Romano Serra. Un grazie poi per la maestria e l'impegno a due artigiani meccanici di Persiceto, Antonio Setti e Mario Bencivenni, e a Flavio Bonfiglioli, capace restauratore di mobili antichi. E poi Marina Fortini, Gilberto Forni e Valentino Luppi che hanno contribuito alla redazione dei testi. Le foto del profondo cielo e di molti esperimenti sono di Gilberto Forni.

Il nostro ringraziamento poi va alle Amministrazioni Comunali che si sono succedute per aver creduto in questa avventura: assieme abbiamo realizzato un potente strumento di divulgazione scientifica e culturale.

Questa in sintesi è anche la motivazione per cui è stato conferito dall'Unione Astronomica Internazionale (IAU) il nome di "Persiceto" all'asteroide (69245) 1981 EO. (69245) "Persiceto", è un asteroide della Fascia Principale con un diametro di quasi 6 km, che si trova tra le orbite di Marte e Giove, ad una distanza media dal Sole oltre 350 milioni di km (3 volte la distanza Terra-Sole). Fu scoperto nel 1981 dall'astronomo italiano Giovanni De Sanctis e dal belga Henri Debehogne presso l'Osservatorio Astronomico di La Silla sulle Ande cilene.

Marco Cattelan
Responsabile della Sezione Astronomica