

---

# **Progetto per l'Istituzione di un Corso Avanzato Post-Laurea in Fisica**

**Dr. MASSIMO TEODORANI, Ph.D.**

[mlteodorani@alice.it](mailto:mlteodorani@alice.it)

**Dr. GLORIA NOBILI, M.Sc.**

[gloria.nobili@fastwebnet.it](mailto:gloria.nobili@fastwebnet.it)

---

- 
- **Presentazione**
  - **Master in Fisica**
  - **Elenco delle Materie di Insegnamento proposte**
  - **Descrizione delle Materie del I Anno**
  - **Descrizione delle Materie del II Anno**
  - **Esame finale**
  - **Appendice - Progetti di Ricerca afferenti al Progetto Didattico**
  - **Breve Curriculum dei proponenti**
-

## Presentazione

Viene qui proposto un progetto didattico per un corso avanzato post-laurea in Fisica. Si tratta di un corso di Master dalle caratteristiche non solo formative ma anche altamente professionalizzanti al fine di consentire un rapido inserimento nel mondo del lavoro nei settori di pertinenza. In modo particolare si intende formare specialisti in branche della fisica che – per lo meno in Italia – non sono state fino ad ora trattate dai corsi istituzionali tradizionali. Un grande impulso viene dato agli aspetti più di avanguardia delle scienze fisiche, come lo studio dei “fenomeni anomali” sia dal punto di vista della fisica fondamentale che da quello della biofisica, e con una cura particolare alla valorizzazione e utilizzo del potenziale intellettuale che è possibile sviscerare dagli studenti, nel loro stesso interesse e in quello della società dei prossimi lustri; una società che avrà bisogno di esperti formati contemporaneamente su basi rigorose e con quella necessaria apertura mentale che genera l’impulso alle nuove scoperte scientifiche.

Una delle caratteristiche distintive del corso è quella di non limitarsi agli aspetti teorici delle varie materie che si intendono insegnare, ma soprattutto di fornire agli studenti un reale apprendimento delle loro materie lavorando direttamente sul campo. Ad esempio lo studio di fenomeni anomali (sia di luce che elettromagnetici) richiede che nelle aree di ricorrenza di tali fenomeni vengano effettuate misure con strumenti adeguati e dei tipi più svariati. Agli studenti si vuole chiedere di imparare direttamente sul campo a comprendere i problemi coinvolti e a trovare la soluzione degli stessi utilizzando il meglio del loro potenziale intellettuale, creativo e inventivo <sup>1</sup>. Gli studenti verrebbero addestrati direttamente in missioni sul campo (*come ad esempio a Hessdalen, in Norvegia, oppure in aree italiane dove si verificano fenomeni elettromagnetici simili*), dove con l’obiettivo di acquisire strumentalmente dati fisici su fenomeni anomali di luce (*e relativa fenomenologia elettromagnetica, anche con impatto biofisico*), imparerebbero a gestire direttamente sul campo in maniera armonizzata e spesso interdisciplinare svariate discipline come ad esempio le tecniche astrofisiche, la fotonica, i campi elettromagnetici, la geofisica, la fisica atmosferica, le tecniche ingegneristiche e informatiche, la biofisica, la necessità di una ferrea organizzazione e l’autogestione della ricerca. Questo punto è senz’altro la parte più importante del progetto didattico che si intende proporre. Lo studio di fenomeni anche misteriosi o perlomeno ancora irrisolti, non solo può motivare lo studente ad impegnarsi a fondo ma gli fa anche riscoprire le basi razionali delle scienze fisiche in una luce completamente nuova e al contempo obiettiva, rendendolo conscio dell’importanza del metodo scientifico per la risoluzione dei problemi e, soprattutto, delle proprie capacità di risolvere gli stessi. In questa luce, aumenta la possibilità di formare studenti motivatamente ferrati nelle loro materie e, soprattutto, capaci di identificare nell’immediato della realtà contingente tutto quello che hanno studiato nei corsi teorici. Proprio per questa ragione il corso avanzato che si intende proporre ha caratteristiche marcatamente sperimentali.

In buona sostanza non si intende solo trasmettere il metodo scientifico (*matematizzazione e sperimentazione, in particolare*) nella sua accezione più tradizionale del termine, ma anche stimolare gli studenti all’esplorazione della realtà, in modo particolare gli aspetti di essa che ancora risultano irrisolti. In una società realmente moderna non si può più accettare che certi argomenti vengano accantonati solo perché “scomodi” al paradigma corrente: questa è solo propagazione dell’irrazionalità e del dogmatismo. In realtà il potenziale mentale, unitamente ai metodi sperimentali di misura e di osservazione nonché un’analisi quantitativa dei dati, è in grado di sondare tutti gli aspetti del mondo fenomenico, anche quelli più inaspettati.

---

<sup>1</sup> Negli ultimi anni esperimenti didattici simili sono stati effettuati in Norvegia dallo Østfold University College (facoltà di Ingegneria Informatica ed Elettronica), anche se il target didattico non riguardava “studenti laureati” bensì studenti del liceo e della formazione universitaria di base. Un esempio programmatico lo si può trovare in questo articolo accademico-informativo: <http://hessdalen.hiof.no/reports/E522BD.pdf>

Gli studenti verrebbero inoltre formati, in modo totalmente innovativo, anche sotto il profilo della consapevolezza. Si prevede, a tal scopo, la partecipazione, in contemporanea ai corsi di indirizzo scientifico specifico, a seminari sulla consapevolezza atti ad accrescere le capacità osservative (in acquisizione dati), deduttive e creative dei partecipanti. Inoltre tali seminari si configurerebbero come propedeutici alla successiva parte applicativa, in quanto il coordinamento e l'azione di gruppo risulterebbero molto più efficaci. Questa attivazione comporterebbe l'intervento di un esperto in questo settore per almeno 1 anno. In un secondo tempo, cioè dopo la prima esperienza, si potrebbe configurare la possibilità di un "tutor" permanente che può interagire con gli studenti anche durante le missioni stesse.

Questo noi intenderemo trasmettere agli studenti:

*"La scienza serve per fare scoperte e non come 'terapia di mantenimento' di modelli e paradigmi che – a prescindere dall'indiscutibilità del metodo scientifico in sé – fanno spesso sembrare la scienza più simile ad una religione o ad un ufficio del catasto".*

Si vuole dunque riportare gli studenti a riscoprire il senso più profondo – e al contempo pragmatico – della missione scientifica. Dal momento che l'apprendimento delle tematiche e delle metodiche si intende basato su canoni necessariamente rigorosi e quantitativi, è inevitabile che dagli studenti ci si aspettino dei risultati altamente performanti. Non si va ad un corso di master per prendere semplicemente un pezzo di carta, ma per costruirsi un'esistenza e riscoprire con gioia, curiosità e impegno, parti di sé stessi che non si credeva di avere. A questo serve il "mistero": non ad alimentare miti e culti misteriosofici che allontanano la società dall'attenzione alla realtà, ma a stimolare le menti, e con esse, lo sviluppo della civiltà scientifico-tecnologica e filosofica del terzo millennio. E' ovvio che, proprio nell'indagine di fenomeni che vengono definiti "misteriosi" (un alone che non dovrebbe far parte di una società realmente scientifica), lo studente viene necessariamente indotto ad analizzare attentamente e lucidamente il modo in cui la realtà stessa – quella più prosaica – è strutturata. In tal modo ne emerge uno spirito di "sano scetticismo", che da un lato induce lo studente a rimanere sempre con i piedi per terra, e dall'altro – proprio dalla selezione del "segnale" dal "rumore di fondo" – ad aprire la mente anche alla possibilità di leggi della fisica ancora sconosciute e su cui si intende portare la luce della razionalità. La famosa "scuola di Copenhagen" di meccanica quantistica diretta da Niels Bohr, molti decenni fa, agendo proprio in questi termini, portò alle scoperte più rivoluzionarie nel campo della fisica fondamentale. Queste nacquero non solo per le abilità matematiche degli scienziati che vi parteciparono, ma anche, e soprattutto, per la valorizzazione delle capacità creative e ideative dei singoli, nonché per la valorizzazione di indefesse e metodiche capacità lavorative.

Inutile dire che una preparazione di alto livello non serve solo a studiare i misteri ma anche a fornire agli studenti ben preparati e svegli quegli strumenti che possano loro aprire svariate porte nei settori pratici più tradizionali della società scientifico-tecnologica della nostra era.

Una particolare menzione infine merita l'aspetto della ricerca operativa. Un corso di master che si rispetti deve avere alle spalle un background di ricerca e un grado elevato di prontezza in merito ai progetti di ricerca e non solo didattici. Proprio per questa ragione il progetto di Master che si intende proporre ha come propedeuticità la capacità del centro in cui esso è basato di fornire adeguate strutture di ricerca, in particolare: facility di calcolo, un laboratorio, la disponibilità e piena funzionalità di sensori di misurazione, le capacità di supporto logistico e organizzative, e la capacità di pubblicare articoli tecnici su riviste scientifiche internazionali con referee. In questa luce, gli studenti del corso di Master in Fisica, non sarebbero solo "materiale per l'insegnamento" ma anche e soprattutto il motore propulsivo del futuro della ricerca realmente innovativa in fisica.

# MASTER IN FISICA

- Criteria di ammissione al Corso di Master in Fisica. Potranno essere ammessi gli studenti in possesso di una laurea di base (triennale o quadriennale) in *Fisica* (di tutti gli indirizzi), *Astronomia* o *Matematica*. Saranno considerati anche laureati in *Ingegneria Elettronica*, *Ingegneria Nucleare*, *Ingegneria Ottica*, *Ingegneria Meccanica*, *Ingegneria Informatica* e *Scienze dell'Informazione* che dimostrino di aver seguito un piano di studi con alcuni esami affini agli esami caratterizzanti del corso di Master. La laurea nelle discipline di cui sopra dovrà essere stata ottenuta con un punteggio non inferiore a 100/110 (o 90/100, o numero equivalente di crediti formativi). Laureati con punteggio inferiore a 100 saranno ugualmente ammessi a patto che sostengano e superino un esame di ammissione. Laureati con punteggio inferiore a 100 che dimostrino di avere altri titoli (pubblicazioni, corsi di perfezionamento monotematici, premi particolari) possono essere ammessi senza dover sostenere l'esame di ammissione. Non si prevedono limiti di età.

*Si propone anche di attivare corsi integrativi e/o iniziative di supporto che permettano a persone di particolare valore e dimostrate qualità intellettuali e culturali i quali per ragioni varie (lavoro, problemi pratici e di vita, ecc..) non hanno potuto arrivare alla laurea, di riuscire ad ottenerla nella forma della "laurea triennale" (nei corsi sopra indicati) presso l'Università statale, come prevista dal nuovo ordinamento, in maniera tale poi da permettere a queste persone di accedere a questo corso di master in fisica.*

- Obiettivi del Corso di Master in Fisica. Formare in maniera al contempo completa e mirata personale altamente qualificato nei settori dell'Astrofisica e della Biofisica, ma anche con ampia preparazione nei campi metodologico, epistemologico, cognitivo e didattico, e con solide conoscenze operative tecnologico-informatiche. Personale di questo genere può avere accesso alle seguenti strade:
  - A) Dottorato di Ricerca in Astrofisica con avvio alla strada della Ricerca Universitaria e presso gli Enti di Ricerca di competenza (in particolare: INAF).
  - B) Dottorato di Ricerca in Biofisica con avvio alla strada della Ricerca Universitaria e presso gli Enti di Ricerca di competenza.
  - C) Dottorato di Ricerca in Fisica Sperimentale con avvio alla strada della Ricerca Universitaria e presso gli Enti di Ricerca di competenza (in particolare: INFN e INFM)
  - D) Attività Tecnologica e di Ricerca nel Settore Spaziale, in particolare come specialisti del payload scientifico.
  - E) Attività di Ricerca e Sviluppo nel Settore Industriale (settori aerospaziale e avionico).
  - F) Attività di Ricerca e Sviluppo nel Settore Militare ed enti correlati (in particolare: SISDE e SISMI).
  - G) Attività Tecnica avanzata nel Settore Biomedico.
  - H) Attività Tecnica avanzata presso gli Osservatori Astronomici e Astrofisici.
  - I) Libera Docenza nei settori Didattici dell'Università.
  - J) Docenza avanzata di Matematica e Fisica nelle scuole di ogni ordine e grado.
  - K) Attività di Ricerca nel settore privato della ricerca sulle anomalie (in particolare per fornire una solida preparazione a coloro che intendano dedicarsi seriamente alla ricerca "ufologica" e "parapsicologica").

## **ELENCO DELLE MATERIE DI INSEGNAMENTO PROPOSTE**

---

### **I – ANNO**

- **TECNICHE COGNITIVE – I**
- **FISICA DELLA RADIAZIONE – I**
- **BIOASTRONOMIA – I**
- **BIOFISICA - I**
- **STORIA DELLA FISICA – I**
- **FISICA DEI PLASMI ATMOSFERICI**
- **FISICA DI EVENTI FOTONICI NON-STAZIONARI**
- **COMPLEMENTI DI MECCANICA QUANTISTICA**
- **METODOLOGIA DELLA RICERCA FISICA E ASTRONOMICA**
- **METODI INFORMATICI PER LA FISICA E L'ASTRONOMIA**

### **I – ANNO**

- **TECNICHE COGNITIVE – II**
  - **FISICA DELLA RADIAZIONE – II**
  - **BIOASTRONOMIA – II**
  - **BIOFISICA – II**
  - **STORIA DELLA FISICA – II**
  - **DIDATTICA DELLA FISICA**
  - **FISICA DEI PROCESSI NON-LINEARI**
  - **INFORMATICA QUANTISTICA**
  - **OPTOELETTRONICA**
  - **RADIOELETTRONICA**
-

## I – ANNO

NOTA BENE. In quanto segue (vedasi la voce: “**Metodi Didattici**” ), la *ripartizione in ore settimanali* è stata fatta supponendo che l’insegnamento sia svolto nell’intero anno accademico; nel caso di ripartizione semestrale il numero di ore settimanali si intende raddoppiato

## 1. TECNICHE COGNITIVE – I

### Conoscenze e abilità da conseguire:

Questo corso si propone di approfondire i concetti di base insiti nel metodo scientifico per portare gli studenti ad un approccio ottimale e lucido dei vari problemi che si presentano nel corso di studi di tipo scientifico (e non). L'abilità attesa sarà proprio quella di saper utilizzare sia in modo autonomo che in interscambio una prima tecnica per la concentrazione in modo da riuscire ad acquisire dati con estrema chiarezza ed obiettività. Tale abilità risulterà particolarmente utile anche durante le fasi di elaborazione dati e di ricerca dei collegamenti teorici tra i dati conseguiti.

### Programma/Contenuti

- Metodologia dell'osservazione: generalità
- Metodologia dell'osservazione: utilizzo dei 5 sensi con esperienze pratiche
- L'osservazione come neutralità
- Acquisizione di una tecnica per la concentrazione che permette di utilizzare sinergicamente entrambi gli emisferi cerebrali (raziocinio ed intuito)
- Esperienze di rilevamento dati in situazioni 'sul campo'
- Seminari degli studenti su tematiche emerse durante il corso

### Metodi didattici

Per quanto riguarda la parte teorica si utilizzeranno i mezzi convenzionali e audiovisivi messi a disposizione dal centro: lezioni alla lavagna e/o proiettate in Powerpoint. Risulta comunque indispensabile il contatto diretto tra docente e studenti, utile per creare un clima di interscambio. Per quanto riguarda la parte sperimentale, in una prima fase si utilizzeranno situazioni di ricerca e verifica 'sul campo domestico'. Gli studenti dovranno anche collaborare a scrivere le dispense del corso sulla base degli appunti da loro stessi presi nel corso delle lezioni; le dispense – che saranno anche corredate delle esperienze pratiche in appendice – saranno costantemente revisionate dai docenti e dagli studenti stessi. Le dispense faranno riferimento anche a testi scientifici di pertinenza (anche di lingua inglese) e/o da articoli monografici e/o di review pubblicati su riviste scientifiche internazionali. Numero previsto di ore settimanali per le lezioni: 2.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

Si prevedono esperienze osservative in laboratorio/aula per ogni sessione (presumibilmente una ogni trimestre) che esulano dalle ore di lezione settimanale (si prevede indicativamente un pomeriggio intero = 4 ore). Gli studenti dovranno presentare una tesina su tali esperienze al fine di permettere di verificare il livello delle conoscenze da loro raggiunte e le loro abilità nell'applicare le metodologie presentate durante le ore di lezione. L'esame finale consisterà nella discussione orale e valutazione del lavoro globale da loro effettuato nell'arco dell'anno. Gli studenti non possono accedere all'esame finale senza aver sostenuto le prove pratiche intermedie. L'esame per il corso di "Tecniche cognitive I" è propedeutico all'esame per il corso di "Tecniche cognitive II". L'esame si intende superato solo se lo studente consegue un punteggio minimo di 24/30 (o numero equivalente di crediti), mentre può accedere all'esame finale qualunque sia stato il risultato delle prove intermedie (tesine).

## 2. FISICA DELLA RADIAZIONE – I

### Conoscenze e abilità da conseguire

Questo corso intende far raggiungere agli studenti tutte le conoscenze fondamentali ad un livello avanzato sulla fisica dei processi che portano alla produzione di fotoni nella banda ottica, e di far loro conseguire le indispensabili abilità operative nel calcolo e nella misura delle quantità fisiche di pertinenza. Il corso è strutturato in una parte teorica, relativa ai principali meccanismi fisici che producono irraggiamento nella banda ottica, in una parte sperimentale relativa alle tecniche di acquisizione fotometrica e spettroscopica di acquisizione dei dati e in una parte pratico-operativa nel corso della quale gli studenti si dovranno esercitare ad acquisire loro stessi i dati e a procedere alla relativa analisi utilizzando pacchetti informativi adeguati oppure creando loro stessi software ad hoc oppure subroutine mirate alla soluzione di problemi specifici.

## Programma/Contenuti

- Fondamenti teorici dei meccanismi di irraggiamento in fisica e in astrofisica, con particolare approfondimento sulla radiazione di tipo termico e non-termico.
- Meccanismi di assorbimento e diffusione in atmosfera.
- Principi di fotometria classica: sistemi di magnitudini, e loro relazione con la distanza e con l'area superficiale degli oggetti emittenti.
- Definizione dei principali parametri misurabili di fisica della radiazione: teoria del radiatore isotropo, intensità, flusso, luminosità apparente, colore e indici di colore, luminosità assoluta.
- Il rapporto segnale/rumore: fondamenti fisici e statistici.
- Metodi per il calcolo dei tempi di integrazione di un segnale fotometrico e spettroscopico in ambienti astrofisici e geofisici (fisica dell'atmosfera).
- Registrazione di dati fotometrici: telescopi e sensori fotometrici (camere CCD e fotometri ad alta risoluzione temporale), efficienza quantica, gamma dinamica e risoluzione spaziale.
- Calcolo della distribuzione spettrale dell'energia e metodi di interpolazione con curve teoriche spettrali note (gaussiane, Planckiane, leggi di potenza).
- Principi di spettroscopia classica: meccanismi quantistici di eccitazione (spettro a righe) e ionizzazione (spettro continuo), equilibrio termodinamico locale, equazioni del trasporto della radiazione, formazione delle righe spettrali e loro relazione con parametri termodinamici, quantistici e chimici.
- Meccanismi di allargamento delle righe spettrali: quantistico, da pressione-collisione, Doppler, da rotazione-turbolenza, magnetico, gravitazionale.
- Registrazione di dati spettroscopici: risoluzione spettrale, reticoli di dispersione, spettrografi a trasmissione e a fenditura, ordini spettrali.
- Analisi di dati spettroscopici: integrale dell'energia di una riga spettrale (larghezza equivalente), determinazione della pressione e della temperatura di un gas in condizioni di eccitazione, determinazione Doppler della velocità, identificazione spettrochimica, analisi dello spettro continuo.
- Tecniche fotometriche e spettroscopiche in astrofisica, in fisica e in chimica-fisica.

## Metodi didattici

Per la didattica si utilizzeranno tutti i mezzi convenzionali e audiovisivi messi a disposizione dal centro: lezioni alla lavagna e/o proiettate in Powerpoint, anche intervallate dalla tecnica dello e-learning. Si prevedono importanti sessioni di esercitazioni dedicate al calcolo analitico e informatico. Inoltre si programmano missioni sul campo (possono essere osservazioni al telescopio e/o osservazioni di fenomeni luminosi anomali in aree di ricorrenza), dove, utilizzando la strumentazione messa a disposizione dal centro, gli studenti impareranno ad autogestirsi e a coordinarsi tra di loro al fine di acquisire in maniera corretta e completa i dati che saranno loro necessari per una successiva analisi. Questo è un corso a forte indirizzo matematico e sperimentale: tutte le lezioni teoriche e le conoscenze da loro raggiunte sono mirate a far acquisire agli studenti le capacità operative per agire. Gli studenti dovranno anche collaborare a scrivere le dispense del corso sulla base degli appunti da loro stessi presi nel corso delle lezioni; le dispense – che saranno anche corredate delle esperienze pratiche in appendice – saranno costantemente revisionate dai docenti e dagli studenti stessi. Le dispense saranno costantemente coadiuvate da testi scientifici di pertinenza (anche di lingua inglese) e/o da articoli monografici e/o di review pubblicati su riviste scientifiche internazionali con referee. Numero previsto di ore settimanali per le lezioni: 6.

## Modalità di verifica dell'apprendimento

Si prevede di impartire a cadenze alterne agli studenti sessioni di esercizi di calcolo e di esperienze osservative (astronomiche e/o di fisica dell'atmosfera). Per ogni sessione (presumibilmente una ogni trimestre) gli studenti dovranno presentare una tesina su argomenti obbligatori al fine di permettere di verificare il livello delle conoscenze da loro raggiunte e le loro abilità nel calcolo fisico-astronomico. L'esame finale consisterà nella discussione orale e valutazione del lavoro globale da loro effettuato nell'arco dell'anno. Gli studenti non possono accedere all'esame finale senza aver sostenuto le prove pratiche intermedie. L'esame per il corso di "Fisica della Radiazione I" è propedeutico all'esame per il corso di "Fisica della Radiazione II". L'esame si intende superato solo se lo studente consegue un punteggio minimo di 24/30 (o numero equivalente di crediti), mentre può accedere all'esame finale qualunque sia stato il risultato delle prove intermedie (tesine).

### 3. FISICA DEI PLASMI ATMOSFERICI

#### Conoscenze e abilità da conseguire

L'obiettivo di questo corso è di impartire agli studenti le conoscenze di base di fisica dei plasmi con applicazioni sia in fisica che in astrofisica e con un particolare approfondimento relativo ai plasmi di natura atmosferica (di natura anomala e non). A prescindere dalle basi teoriche necessarie, il corso è fortemente finalizzato ad un indirizzo sperimentale, con la qual cosa si richiederà agli studenti di acquisire solide basi osservative sia nell'ottenimento dei dati di pertinenza che nella loro analisi.

#### Programma/Contenuti

- Elementi di meteorologia.
- Elementi di geofisica, con particolare riferimento a tutti i fenomeni terrestri che generano luminescenza (piezoelettricità e triboluminescenza in particolare) e campi elettromagnetici.
- Elementi di fisica della ionosfera. Meccanismi di formazione delle aurore polari e dei fenomeni di "sprite". Teoria di Birkeland delle correnti nei plasmi.
- Fondamenti di fisica dei plasmi in fisica e in astrofisica.
- Elementi di fisica dei fulmini e calcolo delle energie in gioco.
- Introduzione alla fisica dei fulmini globulari e delle "luci terrestri" (earthlight): statistica osservativa e teorie più importanti.
- Meccanismi gravitazionali, magnetici, elettrici ed elettrochimici di confinamento dei plasmi a bassa, media e alta energia.
- Fondamenti sui meccanismi fisici e geometrici di irraggiamento di plasmi nelle bande ottiche e radio, e calcolo della potenza emessa e della densità di energia.
- Elementi di plasmadinamica in regimi termici e di magneto-idrodinamica (MHD).
- Tecniche di misurazione di plasmi atmosferici auto-confinati con elementi di: magnetometria, fotometria ottica osservativa, spettroscopia ottica osservativa, fotometria infrarossa osservativa (camere termiche), e spettrometria nelle onde radio a bassa (onde ULF, ELF e VLF) ed alta energia (microonde).
- Tecniche di analisi di dati fotometrici e spettroscopici, calibrazioni in lunghezza d'onda e in flusso, distribuzioni 3-D della luminosità di un plasma distribuita su una superficie, costruzione di una banca dati fotometrici e spettroscopici di sorgenti di plasma conosciute ("template" di riferimento), tecniche di calcolo della distanza di una sorgente di plasma in atmosfera.
- Determinazione osservativa dei parametri fisici di un plasma atmosferico: temperatura, pressione, composizione chimica, campi magnetici ed elettrici, velocità e proprietà cinematiche.
- Tecniche opto-elettroniche per il tracking radar e video, di plasmi luminosi auto-confinati con moto random nel cielo e sulla terra. Customizzazione di software dedicati.

#### Metodi didattici

Per la didattica si utilizzeranno tutti i mezzi convenzionali e audiovisivi messi a disposizione dal centro: lezioni alla lavagna e/o proiettate in Powerpoint, anche intervallate dalla tecnica dello e-learning.. Si prevedono importanti sessioni di esercitazioni dedicate al calcolo analitico e informatico. Inoltre si programmano missioni sul campo, dove, utilizzando la strumentazione messa a disposizione dal centro, gli studenti impareranno ad autogestirsi e a coordinarsi tra di loro al fine di acquisire in maniera corretta e completa i dati che saranno loro necessari per una successiva analisi. Questo è un corso a forte indirizzo sperimentale e osservativo: tutte le lezioni teoriche e le conoscenze da loro raggiunte sono mirate a far acquisire agli studenti le capacità operative per agire. Gli studenti dovranno anche collaborare a scrivere le dispense del corso sulla base degli appunti da loro stessi presi nel corso delle lezioni; le dispense – che saranno anche corredate delle esperienze pratiche in appendice – saranno costantemente revisionate dai docenti e dagli studenti stessi. Le dispense saranno costantemente coadiuvate da testi scientifici di pertinenza (anche di lingua inglese) e/o da articoli monografici e/o di review pubblicati su riviste scientifiche internazionali con referee. Numero previsto di ore settimanali per le lezioni: 4.

#### Modalità di verifica dell'apprendimento

Si prevede che l'esame sia strutturato in due parti: a) una prima parte propedeutica alla seconda, dove lo studente dovrà mostrare di aver afferrato e ben assimilato le basi teoriche della disciplina, anche con semplici esercizi (sostanzialmente di calcolo dimensionale); b) una parte successiva alla prima – che si

inizierà solo a conclusione della parte teorica dell'esame – che sarà interamente dedicata all'acquisizione e all'analisi di dati che gruppi opportunamente combinati di studenti e costantemente guidati dal corpo docente di pertinenza otterranno sul campo nel corso di missioni in località caratterizzate dalla forte ricorrenza di fenomeni anomali di plasma. L'esame finale consisterà nella discussione di una tesina sperimentale in cui gli studenti presenteranno i risultati delle loro osservazioni e/o misure e/o analisi di dati grezzi non acquisiti da loro (questo nel caso di assenza di dati nel corso delle missioni). L'esame si intende superato solo se lo studente consegue un punteggio minimo di 27/30 (o numero equivalente di crediti), mentre può accedere (a sua discrezione) all'esame finale qualunque sia stato il risultato delle prove intermedie. L'esame di "Fisica della Radiazione I" è propedeutico all'esame di "Fisica dei Plasmi Atmosferici".

## 4. FISICA DI EVENTI FOTONICI NON-STAZIONARI

### Conoscenze e abilità da conseguire

Questo corso ha lo scopo di far conseguire agli studenti quelle conoscenze e abilità teoriche e sperimentali necessarie per affrontare quantitativamente i fenomeni di variabilità che avvengono in un contesto fisico di qualsivoglia natura, con particolare riferimento ai fenomeni atmosferici anomali con emissione di fotoni nelle varie lunghezze d'onda.

### Programma/Contenuti

- Meccanismi fisici che determinano la variabilità temporale in luminosità di plasmi auto-confinati, nella banda ottica. Il caso stellare come esempio più significativo.
- I meccanismi di variabilità di natura periodica nei casi astrofisici (eclisse, pulsazione, rotazione), curve di luce relative, e deduzione del processo fisico che determina la variabilità. I meccanismi di variabilità nei casi biofisici e in fisica fondamentale.
- Parametri fondamentali dei fenomeni regolarmente variabili: periodo, ampiezza, durata, fase e variazione temporale degli stessi col tempo.
- Fenomeni non-reversibili di variabilità: eventi eruttivi o transienti, e relativi meccanismi fisici.
- Tempi-scala caratteristici della variabilità temporale (sia regolare che non-reversibile): variazioni secolari, a lungo, a medio e a brevissimo termine.
- Metodi fotometrici per lo studio di variazioni temporali di una sorgente luminosa: curve di luce e di colore, analisi di serie temporali per la micro-variabilità.
- Identificazione e studio di eventi periodici oppure monotonicamente crescenti e/o decrescenti col tempo.
- Tecniche di interpolazione ed estrapolazione di dati sperimentali relativi a fenomeni variabili a marcata periodicità.
- Analisi morfologica delle curve di luce e deduzione dei parametri foto-geometrici delle sorgenti di luce.
- Metodi spettroscopici per lo studio di variazioni temporali di una sorgente luminosa: curve di velocità (Doppler), dell'energia delle righe spettrali (larghezza equivalente), di parametri termodinamici e chimici, di parametri morfologici delle righe spettrali (ampiezza e allargamento).
- Fondamenti di analisi di correlazione: il concetto di "simultaneità temporale" di dati acquisiti con differenti strumenti di rivelazione (sia fotometrici che spettroscopici), e variabilità correlate nel tempo. Le osservazioni simultanee multi-lunghezza d'onda. Correlazioni temporali multi-parametriche.
- Costruzione di un modello fisico di un plasma luminoso in base all'analisi della variabilità multiparametrica, delle correlazioni tra i vari parametri e delle caratteristiche morfologiche delle curve di luce. Preparazione di codici numerici per la simulazione di sistemi fisici con la tecnica della modellistica. Determinazione delle equazioni descrittive di un sistema fisico e dei coefficienti numerici dedotti dalle osservazioni.

### Metodi didattici

Per la didattica si utilizzeranno tutti i mezzi convenzionali e audiovisivi messi a disposizione dal centro: lezioni alla lavagna e/o proiettate in Powerpoint, anche intervallate dalla tecnica dello e-learning.. Si prevedono importanti sessioni di esercitazioni dedicate al calcolo analitico e informatico. Questo è un corso a forte indirizzo analitico (analisi dei dati, anche quelli acquisiti nel corso di missioni sul campo o nel corso di osservazioni astronomiche): tutte le lezioni teoriche e le abilità da loro raggiunte sono mirate a far acquisire agli studenti le capacità operative per agire. Gli studenti dovranno anche collaborare a scrivere le dispense del corso sulla base degli appunti da loro stessi presi nel corso delle lezioni; le dispense – che saranno anche corredate delle esperienze pratiche in appendice – saranno costantemente revisionate dai docenti e

dagli studenti stessi. Le dispense saranno costantemente coadiuvate da testi scientifici di pertinenza (anche di lingua inglese) e/o da articoli monografici e/o di review pubblicati su riviste scientifiche internazionali con referee. Numero previsto di ore settimanali per le lezioni: 3.

### **Modalità di verifica dell'apprendimento**

Per poter superare l'esame, lo studente dovrà prima di tutto aver dimostrato di aver seguito i necessari laboratori di calcolo, documentando con la serie standard di esercizi che vengono somministrati nell'arco del corso. L'esame vero e proprio consisterà in una prova scritta in cui dovrà rispondere a test culturali di carattere generale, in una prova pratica e in una prova orale. L'esame si intende superato solo se lo studente consegue un punteggio minimo globale di 27/30 (o numero equivalente di crediti) con non meno di 24/30 in una delle prove intermedie. Gli esami di "Fisica della Radiazione I" e di "Fisica dei Plasmi Atmosferici" sono propedeutici all'esame di "Fisica di Eventi Fotonici Non-Stazionari".

## **5. COMPLEMENTI DI MECCANICA QUANTISTICA**

### **Conoscenze e abilità da conseguire**

L'obiettivo di questo corso è strutturato in quattro fasi ben precise: a) riprendere in mano i concetti fondamentali relativi alla parte di meccanica quantistica del corso di "Istituzioni di Fisica Teorica" (*per le lauree di base in Fisica e in Astronomia*) ed esplicitarli con un maggior numero di esempi e/o esercizi pratici; b) permettere agli studenti di entrare maggiormente nel profondo dei concetti della meccanica quantistica al fine di permettere loro di capire bene i problemi coinvolti e di individuare (anche sul piano intuitivo e non solo quantitativo) il modo in cui la meccanica dei quanti sia applicabile nei vari problemi della fisica, non solo particolare; c) far capire in maniera profonda quale sia l'interfaccia tra il dominio della meccanica quantistica e quello della meccanica classica; d) permettere di identificare con precisione dove e come la meccanica quantistica diventa antitetica alla teoria della relatività generale e in che maniera si pongono i problemi di unificazione delle due teorie.

### **Programma/Contenuti**

*Da definire in dettaglio assieme al docente che sarà prescelto.*

### **Metodi didattici**

Per la didattica si utilizzeranno tutti i mezzi convenzionali e audiovisivi messi a disposizione dal centro: lezioni alla lavagna e/o proiettate in Powerpoint, anche intervallate dalla tecnica dello e-learning.. Si prevedono importanti sessioni di esercitazione e discussione, al termine dei quali lo studente dovrà presentare una tesina. Questo è un corso a forte indirizzo sia analitico che concettuale: tutte le lezioni teoriche e le abilità da loro raggiunte sono mirate a far acquisire agli studenti una forma mentis moderna ed aggiornata allo status attuale delle nostre conoscenze della fisica. Gli studenti dovranno anche collaborare a scrivere le dispense del corso sulla base degli appunti da loro stessi presi nel corso delle lezioni; le dispense – che saranno anche corredate delle esperienze pratiche in appendice – saranno costantemente revisionate dai docenti e dagli studenti stessi. Le dispense saranno costantemente coadiuvate da testi scientifici di pertinenza (anche di lingua inglese) e/o da articoli monografici e/o di review pubblicati su riviste scientifiche internazionali con referee. Numero previsto di ore settimanali per le lezioni: 3.

### **Modalità di verifica dell'apprendimento**

Per poter superare l'esame, lo studente dovrà prima di tutto aver dimostrato di aver seguito le necessarie sessioni di discussione e di calcolo analitico, documentandone la partecipazione. L'esame vero e proprio consisterà in una prova orale. L'esame si intende superato solo se lo studente consegue un punteggio minimo globale di 27/30 (o numero equivalente di crediti).

## 6. BIOASTRONOMIA – I

### Conoscenze e abilità da conseguire

Lo scopo di questo corso è di impartire le basi fisiche e astronomiche per la ricerca e l'identificazione di segnali intelligenti provenienti da possibili civiltà aliene, inviati da pianeti lontani. Lo studente apprenderà in maniera approfondita le procedure impiegate sia nella banda radio che nella banda ottica. Il corso è indirizzato a far acquisire allo studente soprattutto le conoscenze relative a questa tematica, che saranno interpretate dallo studente alla luce delle abilità e conoscenze che lo stesso ha già acquisito nelle materie propedeutiche a questa (in particolare: i due corsi di "Fisica della Radiazione", e il corso di "Fisica di Eventi Fotonici Non-Stazionari")

### Programma/Contenuti

- Elementi di fisica stellare e della galassia, e di statistica stellare. Il diagramma di Hertzsprung-Russell e la distribuzione delle stelle per luminosità e tipo spettrale. Tempi di vita delle stelle. Gli ammassi stellari. La struttura idrostatica di una stella di sequenza principale.
- Elementi di fisica osservativa dei pianeti extrasolari: tecniche di rilevazione (spettroscopiche, fotometriche e gravitazionale micro-lensing), e determinazione dei parametri orbitali (meccanica celeste).
- Elementi di astrobiologia: molecole complesse nello spazio interstellare e nelle comete, forme elementari di vita nei pianeti, fascia di abitabilità in un sistema stellare.
- L'equazione di Drake: calcolo delle probabilità dell'esistenza di civiltà intelligenti nella galassia.
- Fondamenti del Progetto SETI (Search for Extraterrestrial Intelligence): ingegneria dei sistemi di rivelazione nella banda radio (radiotelescopi, ricevitori, amplificatori, spettrometri) e nella banda ottica (telescopi ottici, fotometri ad alta risoluzione temporale, spettrografi ad alta risoluzione). Spettrometri multi-canale, algoritmi per l'estrazione di segnali radio ultra-deboli, segnali Laser transienti nella banda ottica e tecniche di convalida del segnale.
- Le caratteristiche di un segnale SETI nelle bande radio e ottica: larghezza di banda, effetto Doppler, continuità o pulsazione, polarizzazione, modulazione, stabilità e variabilità.
- Tecniche di osservazione SETI e di diagnostica dei segnali.
- Tecniche di decrittazione di un segnale intelligente e delle informazioni che contiene.

### Metodi didattici

Per la didattica si utilizzeranno tutti i mezzi convenzionali e audiovisivi messi a disposizione dal centro: lezioni alla lavagna e/o proiettate in Powerpoint, anche intervallate dalla tecnica dello e-learning. Si prevedono importanti sessioni di esercitazioni dedicate al calcolo analitico e informatico. Gli studenti dovranno anche collaborare a scrivere le dispense del corso sulla base degli appunti da loro stessi presi nel corso delle lezioni; le dispense – che saranno anche corredate delle esperienze pratiche in appendice – saranno costantemente revisionate dai docenti e dagli studenti stessi. Le dispense saranno costantemente coadiuvate da testi scientifici di pertinenza (anche di lingua inglese) e/o da articoli monografici e/o di review pubblicati su riviste scientifiche internazionali con referee. Numero previsto di ore settimanali per le lezioni: 3.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

Per poter superare l'esame, lo studente dovrà prima di tutto aver dimostrato di aver seguito le necessarie esercitazioni, documentando con la serie standard di esercizi che vengono somministrati nell'arco del corso. Lo studente dovrà anche preparare una tesina su uno degli argomenti del corso a sua scelta. L'esame consisterà in una prova orale in cui lo studente dovrà dimostrare di aver assimilato a fondo i concetti appresi sia nell'astratto che nell'applicato. L'esame si intende superato solo se lo studente consegue un punteggio minimo di 27/30 (o numero equivalente di crediti).

## 7. BIOFISICA – I

### Conoscenze e abilità da conseguire:

Il corso si propone di iniziare gli studenti alle problematiche riguardanti in particolare il funzionamento del cervello e le possibili interazioni con l'ambiente in cui l'uomo opera. Le conoscenze da conseguire saranno

pertanto un approfondimento delle caratteristiche in senso biofisico sia dell'ambiente terrestre che dell'ambiente 'uomo'. Le abilità attese consisteranno nella capacità di osservazione dei dati biofisici inerenti il cervello ed una successiva integrazione di questi con i dati provenienti dall'esterno.

### **Programma/Contenuti**

- Ripasso generale riguardante il campo magnetico terrestre e il campo elettrico terrestre
- Ripasso delle onde elettromagnetiche: spettro e caratteristiche comuni
- Breve introduzione di carattere generale sul cervello, in collegamento con alcune tematiche trattate in altri ambiti (medico, chimico e cognitivo)
- Comportamento bio-elettromagnetico del cervello
- Tecniche di rilevazione di tale comportamento: elettroencefalogramma

### **Metodi didattici**

Per la parte teorica della didattica si utilizzeranno i mezzi convenzionali e audiovisivi messi a disposizione dal centro: lezioni alla lavagna e/o proiettate in Powerpoint, anche intervallate dalla tecnica dello e-learning. Per quanto riguarda la parte sperimentale, lo strumento messo a disposizione dal centro verrà utilizzato solo all'interno del centro (almeno in questa prima fase). Gli studenti dovranno anche collaborare a scrivere le dispense del corso sulla base degli appunti da loro stessi presi nel corso delle lezioni; le dispense – che saranno anche corredate delle esperienze pratiche in appendice – saranno costantemente revisionate dai docenti e dagli studenti stessi. Le dispense faranno riferimento anche a testi scientifici di pertinenza (anche di lingua inglese) e/o da articoli monografici e/o di review pubblicati su riviste scientifiche internazionali con referee. Numero previsto di ore settimanali per le lezioni: 3.

### **Modalità di verifica dell'apprendimento**

Si prevede che per ogni sessione (presumibilmente una ogni trimestre) gli studenti dovranno presentare una tesina su argomenti obbligatori al fine di permettere di verificare il livello delle conoscenze da loro raggiunte e le loro abilità nel saper leggere i dati biofisici. L'esame finale consisterà nella discussione orale e valutazione del lavoro globale da loro effettuato nell'arco dell'anno. Gli studenti non possono accedere all'esame finale senza aver sostenuto le prove intermedie. L'esame per il corso di "Biofisica I" è propedeutico all'esame per il corso di "Biofisica II". L'esame si intende superato solo se lo studente consegue un punteggio minimo di 24/30 (o numero equivalente di crediti), mentre può accedere all'esame finale qualunque sia stato il risultato delle prove intermedie (tesine).

## **8. STORIA DELLA FISICA – I**

### **Conoscenze e abilità da conseguire**

Questo percorso permetterà agli studenti di divenire consapevoli in che modo si sono sviluppate le diverse teorie nell'ambito della fisica e di rapportare tale 'iter' alle attuali problematiche.

### **Programma/Contenuti**

- Le basi della 'fisica' greca: Aristotele
- Le basi della fisica medioevale e le arti del Quadrivio (matematica, geometria, astronomia, musica)
- La fisica rinascimentale (pre-galileiana)
- Un esempio di integrazione: Harmonices Mundi di J. Keplero
- Il protocollo scientifico
- La scienza di Newton

### **Metodi didattici**

Per la parte teorica della didattica si utilizzeranno i mezzi convenzionali e audiovisivi messi a disposizione dal centro: lezioni alla lavagna e/o proiettate in Powerpoint, anche intervallate dalla tecnica dello e-learning. Per quanto riguarda la parte sperimentale, si svolgeranno ricerche presso biblioteche pubbliche per utilizzare direttamente testi originali riguardanti le tematiche affrontate. Gli studenti dovranno anche collaborare a scrivere le dispense del corso sulla base degli appunti da loro stessi presi nel corso delle lezioni; le dispense

– che saranno anche corredate delle esperienze pratiche in appendice – saranno costantemente revisionate dai docenti e dagli studenti stessi. Le dispense faranno riferimento anche a testi scientifici di pertinenza (anche di lingua inglese) e/o da articoli monografici e/o documenti tratti dai testi consultati direttamente. Numero previsto di ore settimanali per le lezioni: 2. (più le 'uscite' didattiche per reperire dati. Se ne prevedono almeno 1 a trimestre, tutta la giornata)

### **Modalità di verifica dell'apprendimento**

Si prevede che per ogni sessione (presumibilmente una ogni trimestre) gli studenti dovranno presentare una tesina su argomenti obbligatori al fine di permettere di verificare il livello delle conoscenze da loro raggiunte e le loro abilità nel saper leggere e desumere dati da testi sia attuali che del passato. L'esame per il corso di "Storia della fisica I" è propedeutico all'esame per il corso di "Storia della Fisica II". L'esame finale consisterà nella discussione orale e valutazione del lavoro globale da loro effettuato nell'arco dell'anno. Gli studenti non possono accedere all'esame finale senza aver sostenuto le prove intermedie. L'esame si intende superato solo se lo studente consegue un punteggio minimo di 24/30 (o numero equivalente di crediti), mentre può accedere all'esame finale qualunque sia stato il risultato delle prove intermedie (tesine).

## **9. METODOLOGIA DELLA RICERCA FISICA E ASTRONOMICA**

### **Conoscenze e abilità da conseguire**

L'obiettivo di questo corso è di fornire agli studenti un quadro metodologico ed epistemologico chiaro e coerente di come effettivamente deve operare il ricercatore nelle scienze fisiche. In modo particolare si insegneranno agli studenti le basi metodologiche fondamentali relative ai seguenti aspetti: a) importanza della piena comprensione di un problema prima della sua soluzione in termini logico-matematici; b) individuazione dei problemi da risolvere e loro gerarchia di importanza; c) procedure di scrematura dei dati fisici e astronomici; d) interfaccia tra dati strumentali e modello teorico; e) valutazione delle ipotesi e loro scrematura; e) creazione di una teoria autoconsistente.

### **Programma/Contenuti**

*Da definire nei dettagli assieme ai docenti che saranno prescelti.*

### **Metodi didattici**

Per la didattica si utilizzeranno tutti i mezzi convenzionali e audiovisivi messi a disposizione dal centro: lezioni alla lavagna e/o proiettate in Powerpoint, anche intervallate dalla tecnica dello e-learning. Si prevedono importanti sessioni di discussione, puntualmente accompagnate da esempi pratici. Gli studenti dovranno anche collaborare a scrivere le dispense del corso sulla base degli appunti da loro stessi presi nel corso delle lezioni; le dispense – che saranno anche corredate delle esperienze pratiche in appendice – saranno costantemente revisionate dai docenti e dagli studenti stessi. Le dispense saranno costantemente coadiuvate da testi scientifici di pertinenza (anche di lingua inglese) e/o da articoli monografici e/o di review pubblicati su riviste scientifiche internazionali con referee. Numero previsto di ore settimanali per le lezioni: 3.

### **Modalità di verifica dell'apprendimento**

Per poter superare l'esame, lo studente dovrà prima di tutto aver partecipato alle necessarie sessioni di discussione. L'esame consisterà in una prova orale in cui lo studente dovrà dimostrare di aver assimilato a fondo i concetti appresi sia nell'astratto che nell'applicato. L'esame si intende superato solo se lo studente consegue un punteggio minimo di 27/30 (o numero equivalente di crediti).

## **10. METODI INFORMATICI PER LA FISICA E L'ASTRONOMIA**

### **Conoscenze e abilità da conseguire**

Lo scopo di questo corso è di fornire agli studenti gli strumenti fondamentali che possano permettere loro di muoversi disinvoltamente nelle metodologie informatiche come esse vengono utilizzate dal fisico (sia esso

astrofisico o biofisico) e dall'astronomo. E' strutturato in tre parti fondamentali: a) nozioni di base dei più importanti linguaggi di programmazione utilizzati nel settore delle scienze fisico-matematiche; b) conoscenza dei più importanti pacchetti informativi utilizzati da fisici ed astronomi per l'acquisizione e l'analisi dei dati, per il calcolo e per la modellizzazione e la simulazione numerica; c) nozioni di base di intelligenza artificiale, computer grid e calcolo parallelo.

### **Programma/Contenuti**

*Da definire nei dettagli assieme ai docenti che saranno prescelti.*

### **Metodi didattici**

Per la didattica si utilizzeranno tutti i mezzi convenzionali e audiovisivi messi a disposizione dal centro: lezioni alla lavagna e/o proiettate in Powerpoint, anche intervallate dalla tecnica dello e-learning. Si prevedono importanti sessioni di esercitazioni di laboratorio dedicate alla programmazione informatica, all'utilizzo dei package informativi più importanti e di sistemi di intelligenza artificiale e computer grid. Gli studenti dovranno anche collaborare a scrivere le dispense del corso sulla base degli appunti da loro stessi presi nel corso delle lezioni; le dispense – che saranno anche corredate delle esperienze pratiche in appendice – saranno costantemente revisionate dai docenti e dagli studenti stessi. Le dispense saranno costantemente coadiuvate da testi scientifici di pertinenza (anche di lingua inglese) e/o da articoli monografici e/o di review pubblicati su riviste scientifiche internazionali con referee. Numero previsto di ore settimanali per le lezioni: 4.

### **Modalità di verifica dell'apprendimento**

Per poter superare l'esame, lo studente dovrà prima di tutto aver partecipato alle necessarie esercitazioni e aver prodotto il numero a lui assegnato di programmi informatici. L'esame consisterà in una prova pratica – strutturata in una parte di programmazione e in una parte di gestione di package informativi complessi – e in una prova orale in cui lo studente dovrà dimostrare di aver capito bene quello che ha svolto nella parte pratica. L'esame si intende superato solo se lo studente consegue un punteggio minimo di 27/30 (o numero equivalente di crediti).

## II – ANNO

NOTA BENE. In quanto segue (vedasi la voce: “**Metodi Didattici**” ), la *ripartizione in ore settimanali* è stata fatta supponendo che l’insegnamento sia svolto nell’intero anno accademico; nel caso di ripartizione semestrale il numero di ore settimanali si intende raddoppiato.

## 11. TECNICHE COGNITIVE – II

### Conoscenze e abilità da conseguire

Questo 2<sup>a</sup> corso si propone di approfondire i concetti presentati nell'ambito di "Tecniche cognitive I" per portare gli studenti ad una gestione autonoma dei vari problemi (strumentali e relazionali) che si presentano nel corso di ricerche di tipo scientifico (e anche non). L'abilità attesa sarà proprio quella di saper utilizzare in modo autonomo, a seconda della situazione da affrontare e risolvere, una certa tecnica di concentrazione/consapevolezza scelta tra un pacchetto di varie tecniche messe a disposizione degli studenti durante il corso. Tale abilità risulterà particolarmente utile anche durante le fasi di elaborazione dati e di ricerca dei collegamenti teorici tra i dati conseguiti o di costruzione di una visione d'insieme.

### Programma/Contenuti

- Acquisizione di una gamma di tecniche di concentrazione
- Confronto tra gli effetti delle varie tecniche
- Esperienze di rilevamento dati sulle tecniche in situazioni 'sul campo' (relazioni interpersonali, acquisizione dati di un fenomeno scientifico)
- Seminari degli studenti su tematiche emerse durante il corso

### Metodi didattici

In questa seconda fase la parte teorica sarà molto ridotta, lasciando maggior spazio alla sperimentazione. Per quanto riguarda la parte sperimentale, in questa seconda fase si utilizzeranno situazioni di ricerca e verifica 'sul campo', applicate a situazioni reali di acquisizione ed elaborazione dati provenienti da altri insegnamenti del Master. In questa situazione, risulta comunque indispensabile il contatto diretto tra docente e studenti, utile per creare un clima di interscambio e di fiducia; infatti in questa fase la figura del docente sarà più simile a quella di un tutor. Gli studenti dovranno anche collaborare a scrivere le dispense del corso sulla base degli appunti da loro stessi presi nel corso delle lezioni; le dispense – che saranno anche corredate delle esperienze pratiche in appendice – saranno costantemente revisionate dai docenti e dagli studenti stessi. Le dispense faranno riferimento anche a testi scientifici di pertinenza (anche di lingua inglese) e/o da articoli monografici e/o di review pubblicati su riviste scientifiche internazionali. Numero previsto di ore settimanali per le lezioni: 2.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

Si prevedono esperienze pratiche in laboratorio/palestra per ogni sessione (presumibilmente almeno 2 ogni trimestre) che esulano dalle ore di lezione settimanale (si prevede indicativamente una mezza giornata = 4 ore). Gli studenti dovranno presentare una tesina su tali esperienze al fine di permettere di verificare il livello delle conoscenze da loro raggiunte e le loro abilità nell'applicare le metodologie presentate durante le ore di lezione. L'esame finale consisterà nella discussione orale del lavoro globale da loro effettuato nell'arco dell'anno. Gli studenti non possono accedere all'esame finale senza aver sostenuto le prove pratiche intermedie. Il superamento dell'esame comporta una valutazione più qualitativa che quantitativa (Superato/non superato).

## 12. FISICA DELLA RADIAZIONE – II

### Conoscenze e abilità da conseguire

Questo corso intende far raggiungere agli studenti tutte le conoscenze fondamentali ad un livello avanzato sulla fisica dei processi che portano alla produzione di emissione elettromagnetica nella banda radio, e di far loro conseguire le indispensabili abilità operative nel calcolo e nella misura delle quantità fisiche di pertinenza. Nell'ambito del corso gli studenti acquisiranno anche una conoscenza introduttiva relativa ai meccanismi di irraggiamento nelle alte energie. Il corso è strutturato in una parte teorica, relativa ai principali meccanismi fisici che producono irraggiamento nelle bande radio, in una parte sperimentale relativa alle tecniche di acquisizione dei dati radio e in una parte pratico-operativa nel corso della quale gli studenti dovranno esercitarsi ad acquisire loro stessi i dati e a procedere alla relativa analisi utilizzando pacchetti

informativi adeguati oppure creando loro stessi software ad hoc oppure subroutines mirate alla soluzione di problemi specifici. Questo corso comporta propedeuticità da parte di “Fisica della Radiazione - I”.

### **Programma/Contenuti**

- Fondamenti teorici dei meccanismi di irraggiamento nelle bande radio ultra-basse (ULF, ELF, VLF), intermedie (HF) e alte (microonde).
- Elementi teorici dei meccanismi di irraggiamento nelle bande di alta energia (ultravioletto, raggi X e raggi gamma).
- Leggi di potenza nella radiazione non-termica (sincrotrone) e riscontri sperimentali in astrofisica e in fisica delle particelle.
- Costruzione di algoritmi per l'estrazione del segnale dal rumore in condizioni di segnali radio ultra-deboli.
- Elementi di tecniche di osservazione radioastronomica e radiofisica. Fondamenti fisici di funzionamento delle antenne dei vari tipi (soprattutto nella banda delle microonde e ELF-VLF).
- Elementi di tecniche di osservazione con sistemi radar, e fisica di pertinenza.
- Calcolo dell'energia di sistemi radio-emittenti e radar-riflettenti, e parametri correlati, come la temperatura, il campo magnetico, la brillantezza superficiale, la polarizzazione, il campo elettrico.
- Tecniche di analisi dati in radiofisica, con particolare riferimento alla gamma ultra-bassa (ULF, ELF, VLF), e costruzione di una banca dati di tutte le sorgenti atmosferiche conosciute.
- Analisi di correlazione tra i dati acquisiti nelle bande radio e quelli acquisiti nella banda ottica. Costruzione di modelli fisici autoconsistenti, sulla base della costruzione di curve della distribuzione di energia dalla banda ottica a quella radio.

### **Metodi didattici**

Per la didattica si utilizzeranno tutti i mezzi convenzionali e audiovisivi messi a disposizione dal centro: lezioni alla lavagna e/o proiettate in Powerpoint, anche intervallate dalla tecnica dello e-learning. Si prevedono importanti sessioni di esercitazioni dedicate al calcolo analitico e informatico. Inoltre si programmano missioni sul campo (possono essere osservazioni al radiotelescopio e/o osservazioni e misura di campi elettromagnetici anomali in aree di ricorrenza), dove, utilizzando la strumentazione messa a disposizione dal centro, gli studenti impareranno ad autogestirsi e a coordinarsi tra di loro al fine di acquisire in maniera corretta e completa i dati che saranno loro necessari per una successiva analisi. Questo è un corso a forte indirizzo matematico e sperimentale: tutte le lezioni teoriche e le conoscenze da loro raggiunte sono mirate a far acquisire agli studenti le capacità operative per agire. Gli studenti dovranno anche collaborare a scrivere le dispense del corso sulla base degli appunti da loro stessi presi nel corso delle lezioni; le dispense – che saranno anche corredate delle esperienze pratiche in appendice – saranno costantemente revisionate dai docenti e dagli studenti stessi. Le dispense saranno costantemente coadiuvate da testi scientifici di pertinenza (anche di lingua inglese) e/o da articoli monografici e/o di review pubblicati su riviste scientifiche internazionali con referee. Numero previsto di ore settimanali per le lezioni: 6.

### **Modalità di verifica dell'apprendimento**

Si prevede di impartire a cadenze alterne agli studenti sessioni di esercizi di calcolo e di esperienze osservative (astronomiche e/o di fisica dell'atmosfera). Per ogni sessione (presumibilmente una ogni trimestre) gli studenti dovranno presentare una tesina su argomenti obbligatori al fine di permettere di verificare il livello delle conoscenze da loro raggiunte e le loro abilità nel calcolo fisico-astronomico. L'esame finale consisterà nella discussione orale e valutazione del lavoro globale da loro effettuato nell'arco dell'anno. Gli studenti non possono accedere all'esame finale senza aver sostenuto le prove pratiche intermedie. L'esame per il corso di “Fisica della Radiazione I” è propedeutico all'esame per il corso di “Fisica della Radiazione II”. L'esame si intende superato solo se lo studente consegue un punteggio minimo di 24/30 (o numero equivalente di crediti), mentre può accedere all'esame finale qualunque sia stato il risultato delle prove intermedie (tesine).

## **13. FISICA DEI PROCESSI NON-LINEARI**

### **Conoscenze e abilità da conseguire**

L'obiettivo di questo corso è di fornire allo studente una solida forma mentis sia epistemologica che operativa necessaria ad ampliare il quadro metodologico delle sue conoscenze. Le anomalie in natura

rappresentano il principale stimolo all'espansione del sapere scientifico ampliando lo spettro delle leggi conosciute. Affinchè esse siano identificate come tali, lo studente deve imparare quella metodologia operativa che gli permetta di discernere attentamente e criticamente quelle che sono vere e proprie anomalie da casi prosaici, imparando ad adottare quel sano scetticismo che caratterizza ogni scienziato e al contempo quella apertura mentale al nuovo che fa avanzare la scienza, in particolare quella fisica. Lo studente dovrà inoltre dimostrare una piena conoscenza storica di come lo studio delle anomalie abbia permesso in passato di rivoluzionare la fisica, creando di volta in volta nuovi paradigmi scientifici.

## **Programma/Contenuti**

- Principi fondamentali di epistemologia e definizione del concetto di anomalia e dei fenomeni non-lineari nel contesto del sapere scientifico e della sua evoluzione, con particolare riferimento alla teoria di Kuhn.
- Elementi di fisica dei processi stocastici.
- Definizione e approfondimento di metodologie razionali per l'analisi teorica, sperimentale e statistica di eventi anomali in natura. Metodi per il trattamento analitico di eventi non sistematicamente ripetibili. Analisi statistica delle osservazioni misurabili e non misurabili (testimonianze). Analisi chimica e fisica di tracce prodotte da eventi anomali.
- Fondamenti di anomalistica fisica: anomalie nel mondo biologico (animali e uomini), anomalie nel mondo fisico (atmosfera, litosfera, ambiente locale), anomalie nel mondo astrofisico (in particolare i quasar e la contesa in merito alla loro natura cosmologica o meno), e metodi per l'acquisizione strumentale e l'analisi dei dati. Strategie statistiche di utilizzo dei testimoni in aree di ricorrenza geografica e temporale di fenomeni anomali a carattere geofisico e atmosferico. Forme dell'anomalia: materia, energia o entrambi, stati degli oggetti anomali (gassoso, liquido, solido, plasma).
- Tecniche di misurazione delle anomalie e fisica correlata: magnetometria, campi elettrici, campi elettrostatici, radioattività, gravimetria, fotometria, spettroscopia, riprese video in alta risoluzione temporale (stroboscopia), campi elettromagnetici nella banda radio (UHF e VLF-ELF-ULF), sensori nell'infrarosso e nell'ultravioletto, astrometria, analizzatori dell'attività bioelettrica (umana e animale) su base sia somatica che cerebrale.
- Il problema del rapporto segnale/rumore nello studio fisico delle anomalie. Metodologie per l'identificazione delle false anomalie.
- Strategie per generare la ripetibilità di fenomeni anomali, dedotta da basi diagnostico-statistiche (ottenute con strumenti di misurazione).
- Studio dell'interfaccia tra l'uomo e fenomeni anomali di varia natura, con effetti anche biofisici.
- Il rapporto tra l'osservatore umano (le sue caratteristiche sia fisiche che psicologiche) e l'anomalia osservata. Riflessioni di meccanica quantistica e ipotesi di indeterminazione (mancanza di parametri sufficienti per determinare lo stato fisico completo) di alcune anomalie.
- Analisi statistica delle correlazioni (su base temporale) riscontrabili tra alcuni parametri misurabili delle anomalie, e alcuni parametri delle condizioni fisiche locali (temperatura, pressione, magneticità, elettricità, geosismicità, turbolenza atmosferica) dell'ambiente in cui queste anomalie si verificano.
- Definizione di una metodica di modellistica fisico-matematica in grado di simulare eventi anomali di varia natura e di confrontarli con i dati delle osservazioni e/o di laboratorio.
- Identificazione di tutti i parametri fisici di un'anomalia misurata sufficienti per riprodurre una in condizioni di laboratorio (controllabilità, ripetibilità, multi-osservabilità, test doppio-cieco).
- Test di misurazione di eventuali effetti di interazione di una anomalia con un generatore di numeri casuali (tecnica REG).

## **Metodi didattici**

Per la didattica si utilizzeranno tutti i mezzi convenzionali e audiovisivi messi a disposizione dal centro: lezioni alla lavagna e/o proiettate in Powerpoint, anche intervallate dalla tecnica dello e-learning. Si prevedono importanti sessioni di esercitazioni dedicate al calcolo analitico e informatico. Inoltre si programmano missioni sul campo (possono essere osservazioni al telescopio e/o osservazioni di fenomeni luminosi e/o elettromagnetici anomali in aree di ricorrenza), dove, utilizzando la strumentazione messa a disposizione dal centro, gli studenti impareranno ad autogestirsi e a coordinarsi tra di loro al fine di acquisire in maniera corretta e completa i dati che saranno loro necessari per una successiva analisi. Questo è un corso a forte indirizzo sperimentale: tutte le lezioni teoriche e le conoscenze da loro raggiunte sono mirate a far acquisire agli studenti le capacità operative per agire. Gli studenti dovranno anche collaborare a scrivere le dispense del corso sulla base degli appunti da loro stessi presi nel corso delle lezioni; le dispense – che saranno anche corredate delle esperienze pratiche in appendice – saranno costantemente revisionate dai docenti e dagli studenti stessi. Le dispense saranno costantemente coadiuvate da testi scientifici di

pertinenza (anche di lingua inglese) e/o da articoli monografici e/o di review pubblicati su riviste scientifiche internazionali con referee. Numero previsto di ore settimanali per le lezioni: 6.

### **Modalità di verifica dell'apprendimento**

Si prevede di impartire a cadenze alterne agli studenti sessioni di esercizi di calcolo e di esperienze osservative (soprattutto in località della Terra e dell'Italia in particolare ove si registrino fenomeni anomali con particolare ricorrenza). Per ogni sessione (presumibilmente una ogni trimestre) gli studenti dovranno presentare una tesina su argomenti obbligatori al fine di permettere di verificare il livello delle conoscenze da loro acquisite e le abilità da loro raggiunte nell'acquisizione e nell'analisi dei dati. L'esame finale consisterà nella discussione orale e valutazione del lavoro globale da loro effettuato nell'arco dell'anno. Gli studenti non possono accedere all'esame finale senza aver sostenuto le prove pratiche intermedie. L'esame si intende superato solo se lo studente consegue un punteggio minimo di 24/30 (o numero equivalente di crediti), mentre può accedere all'esame finale qualunque sia stato il risultato delle prove intermedie (tesine). Gli esami di "Fisica della Radiazione I e II", di "Fisica dei Plasmi Atmosferici", di "Fisica di Eventi Fotonici Non-Stazionari" e di "Biofisica I" sono propedeutici all'esame di "Fisica dei Processi Non-Lineari".

## **14. BIOASTRONOMIA – II**

### **Conoscenze e abilità da conseguire**

Lo scopo di questo corso è di impartire le basi fisiche e astronomiche per la ricerca di indizi scientifici relativi alla possibile presenza di oggetti artificiali di presumibile natura extraterrestre in forma di involucri circumstellari o di transiti periodici fotosferici, oppure all'interno del nostro sistema solare e/o nei pressi del nostro pianeta. Lo studente apprenderà in maniera approfondita le procedure impiegate nelle varie bande dello spettro elettromagnetico, con un particolare approfondimento per le tecniche di osservazione astronomica. Il corso è indirizzato a far acquisire allo studente soprattutto le conoscenze operative, che saranno da lui interpretate alla luce delle abilità operative e conoscenze che ha già acquisito nelle materie propedeutiche a questa.

### **Programma/Contenuti**

- Fondamenti di astronomia infrarossa. Determinazione dell'eccesso di energia nella banda infrarossa per sistemi stellari di tipo solare: ricerca di involucri circumstellari artificiali (civiltà di tipo II e sfere circumstellari di Dyson), determinazione della distribuzione spettrale di energia (modelli di Kurucz) e calcolo dell'energia in eccesso nella banda infrarossa. Guida alla preparazione di proposte osservative con il satellite infrarosso *Spitzer* e con i telescopi infrarossi basati a terra. Guida alla consultazione di database relativi ai satelliti infrarossi *IRAS* e *ISO*.
- Fondamenti del progetto SETT (Search for Extraterrestrial Technology): analisi della curva di luce di sospette macrostrutture tecnologiche extrasolari in transito orbitale davanti alla stella madre: il metodo fotometrico dei transiti e diagnostica morfologica dalle curve di luce.
- Introduzione alle equazioni di diffusione (modellistica matematica) e determinazione del "parametro di migrazione" relativo a possibili civiltà extraterrestri tecnologicamente avanzate in fase di colonizzazione della galassia, e relazione di detto parametro con l'equazione di Drake.
- Introduzione alla fisica di base relativa ai possibili metodi di spostamento interstellare per civiltà avanzate: teoria di Dyson per strutture artificiali a lento movimento, teoria quantistica del teletrasporto, teoria relativistica del teletrasporto e riscontri osservativi (gravitational microlensing, e gamma-ray burst anomali) previsti dalla teoria (modelli di fisica teorica di Alcubierre, Krasnikov, Davis).
- Fondamenti del Progetto SETV (Search for Extraterrestrial Visitation): ingegneria dei sistemi di rivelazione nella banda radio alta e ultra-bassa, nella banda infrarossa, nella banda ottica, nella banda dei raggi gamma, e nella banda radar a lunga portata (antenne paraboliche ad uso radioastronomico usate in trasmissione). Investigazioni astrofisiche all'interno del sistema solare e nello spazio circumterrestre e circumlunare, alla ricerca di sonde di possibile natura artificiale ed origine esogena. Connessione con il network di osservazione NEO (Near Earth Objects), calcolo delle magnitudini e determinazione dei moti propri di sorgenti anomale all'interno del sistema solare. Utilizzo di telescopi a grandi prestazioni (VLT, Keck, Subaru, Columbus) per l'acquisizione di spettri ad alta risoluzione di oggetti di debolissima luminosità ottica ed elevato moto proprio, e relativa guida alla preparazione di proposte osservative.

- Tecniche di osservazione dei satelliti artificiali e di consultazione in tempo reale della banca dati di tutti i satelliti in orbita.
- Introduzione alla fisica di base relativa ai possibili metodi di spostamento in atmosfera di possibili civiltà extraterrestri tecnologiche, con particolare riferimento alla propulsione magnetoplasmadinamica (MPD) e studio dei possibili effetti misurabili prodotti in atmosfera in tutte le possibili lunghezze d'onda.

### Metodi didattici

Per la didattica si utilizzeranno tutti i mezzi convenzionali e audiovisivi messi a disposizione dal centro: lezioni alla lavagna e/o proiettate in Powerpoint, anche intervallate dalla tecnica dello e-learning. Si prevedono importanti sessioni di esercitazioni dedicate al calcolo analitico e informatico, nonché sessioni di osservazione al telescopio con addestramento all'osservazione di asteroidi e di comete. Gli studenti dovranno anche collaborare a scrivere le dispense del corso sulla base degli appunti da loro stessi presi nel corso delle lezioni; le dispense – che saranno anche corredate delle esperienze pratiche in appendice – saranno costantemente revisionate dai docenti e dagli studenti stessi. Le dispense saranno costantemente coadiuvate da testi scientifici di pertinenza (anche di lingua inglese) e/o da articoli monografici e/o di review pubblicati su riviste scientifiche internazionali con referee. Numero previsto di ore settimanali per le lezioni: 4.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

Per poter superare l'esame, lo studente dovrà prima di tutto aver dimostrato di aver seguito le necessarie esercitazioni, documentando con la serie standard di esercizi che vengono somministrati nell'arco del corso. Lo studente dovrà anche preparare una tesina su uno degli argomenti del corso a sua scelta. L'esame consisterà in una prova orale in cui lo studente dovrà dimostrare di aver assimilato a fondo i concetti appresi sia nell'astratto che nell'applicato. L'esame per il corso di "Bioastronomia - I" è propedeutico all'esame per il corso di "Bioastronomia - II". L'esame si intende superato solo se lo studente consegue un punteggio minimo di 27/30 (o con equivalente numero di crediti).

## 15. INFORMATICA QUANTISTICA

### Conoscenze e abilità da conseguire

Questo corso ha lo scopo di fornire allo studente una conoscenza approfondita sulle tecniche informative che hanno la loro base nella meccanica quantistica, con particolare riferimento al meccanismo quantistico della "non-località" e alle tecniche sperimentali che hanno portato alle prime sperimentazioni di teletrasporto quantistico e alla progettazione dei primi computer quantistici. Lo studente deve essere ben cosciente delle prospettive sia scientifiche che tecnologiche che lo aspetteranno nei decenni a venire. Questo corso ha anche lo scopo di allargare la forma mentis dello studente.

### Programma/Contenuti

- Richiami di meccanica quantistica classica: principio di indeterminazione di Heisenberg, funzione d'onda, teorema di non-clonazione, elementi fondamentali di logica quantistica e definizione degli operatori matematici fondamentali di pertinenza (funzioni di variabili complesse, autovalori, matrici), equazione di Schrödinger, l'atomo di idrogeno.
- L'universo come informazione: le basi dell'informatica quantistica.
- Meccanismi di entanglement per particelle elementari (fotoni, elettroni, atomi e agglomerati di atomi). Il paradosso EPR, e gli esperimenti di Bell e di Aspect. Approfondimenti sulla non-località quantistica, significato non-causale del principio di esclusione di Pauli. Il concetto di potenziale quantico (o campo di forma) e formalizzazione deterministica dell'equazione di Schrödinger secondo la trattazione di Bohm-Hiley. Stati di Bell ed effetti di sovrapposizione quantistica. Il processo della misura e il collasso della funzione d'onda per sistemi entangled. Elementi di topologia algebrica per modelli quantistici non-classici.
- Il fenomeno della decoerenza per sistemi macroscopici, microscopici e mesoscopici.
- Le basi non-locali del teletrasporto quantistico: descrizioni dettagliate e quantitative degli esperimenti di laboratorio per sistemi particellari, schema dettagliato di logica quantistica che porta al teletrasporto di particelle usando una coppia di particelle ausiliarie in condizioni di entanglement.
- Elementi di teoria quantistica-relativistica e di teoria delle superstringhe.
- Teorie quantistiche della coscienza e fenomeni non-locali. Definizione di campo informativo.

- Teoria olografica del cervello e “teoria dei molti mondi” della meccanica quantistica. Teoria delle cavità elettrodinamiche nel cervello (microtubuli) e del potenziale quantistico su base neuronale.
- Le basi di un computer quantistico: calcoli con i Qbit e ottimizzazione di un elaboratore sia in termini di memoria che di network. Il problema della decoerenza e i ripetitori quantistici. Disegni elementari di network quantistici. Crittografia quantistica. Computer quantistici e intelligenza artificiale.

### **Metodi didattici**

Per la didattica si utilizzeranno tutti i mezzi convenzionali e audiovisivi messi a disposizione dal centro: lezioni alla lavagna e/o proiettate in Powerpoint, anche intervallate dalla tecnica dello e-learning. Si prevedono importanti sessioni di esercitazioni dedicate al calcolo analitico e informatico, alle procedure di logica quantistica e alla creazione di gruppi di discussione presso gli studenti. Gli studenti dovranno anche collaborare a scrivere le dispense del corso sulla base degli appunti da loro stessi presi nel corso delle lezioni; le dispense – che saranno anche corredate delle esperienze pratiche in appendice – saranno costantemente revisionate dai docenti e dagli studenti stessi. Le dispense saranno costantemente coadiuvate da testi scientifici di pertinenza (anche di lingua inglese) e/o da articoli monografici e/o di review pubblicati su riviste scientifiche internazionali con referee. Numero previsto di ore settimanali per le lezioni: 3.

### **Modalità di verifica dell'apprendimento**

Per poter superare l'esame, lo studente dovrà prima di tutto aver dimostrato di aver seguito le necessarie esercitazioni, documentando con la serie standard di esercizi che vengono somministrati nell'arco del corso. L'esame consisterà in una prova orale in cui lo studente dovrà dimostrare di aver assimilato a fondo i concetti appresi sia nell'astratto che nell'applicato. L'esame si intende superato solo se lo studente consegue un punteggio minimo di 27/30. L'esame di “Complementi di Meccanica Quantistica” è propedeutico all'esame di “Informatica Quantistica”.

## **16. OPTOELETTRONICA**

### **Conoscenze e abilità da conseguire**

L'obiettivo di questo corso è di fornire allo studente quel bagaglio tecnologico a lui necessario per portarlo ad utilizzare direttamente sul campo strumentazione di rivelazione optoelettronica asservita a sistemi radar-assistiti oppure in Laser-telemetria. Dopo alcuni elementi fondamentali di tecnica relativa al funzionamento e alla filosofia di costruzione delle varie strumentazioni che compongono un sistema optoelettronico, lo studente apprenderà tutte le modalità per l'utilizzo di detta strumentazione finalizzandolo all'ottenimento di parametri fisici di pertinenza nelle bande ottica, infrarossa e ultravioletta, in modo particolare relativi a fenomeni aerei e atmosferici anomali.

### **Programma/Contenuti**

*Da concordare assieme ai docenti designati per questo corso.*

### **Metodi didattici**

Per la didattica si utilizzeranno tutti i mezzi convenzionali e audiovisivi messi a disposizione dal centro: lezioni alla lavagna e/o proiettate in Powerpoint, anche intervallate dalla tecnica dello e-learning. Si prevedono importanti sessioni di esercitazione sia di laboratorio che di osservazione diretta sul campo, utilizzando strumentazione optoelettronica. Gli studenti dovranno anche collaborare a scrivere le dispense del corso sulla base degli appunti da loro stessi presi nel corso delle lezioni; le dispense – che saranno anche corredate delle esperienze pratiche in appendice – saranno costantemente revisionate dai docenti e dagli studenti stessi. Le dispense saranno costantemente coadiuvate da testi scientifici e tecnologici di pertinenza (anche di lingua inglese) e/o da articoli monografici e/o di review pubblicati su riviste scientifiche e tecnologiche internazionali con referee. Numero previsto di ore settimanali per le lezioni: 3.

### **Modalità di verifica dell'apprendimento**

Per poter superare l'esame, lo studente dovrà prima di tutto aver dimostrato di aver seguito le necessarie esercitazioni di laboratorio, documentando con la serie standard di esercizi di laboratorio (anche sul campo)

che vengono somministrati nell'arco del corso. Alla fine del corso lo studente dovrà presentare una tesina. L'esame consisterà in una prova pratica (suddivisa in due parti: hardware e acquisizione dati) e in una prova orale in cui lo studente dovrà dimostrare di aver assimilato a fondo sia il funzionamento della strumentazione che le procedure di acquisizione dei dati. L'esame si intende superato solo se lo studente consegue un punteggio minimo di 27/30 (o con equivalente numero di crediti).

## 17. RADIOELETRONICA

### Conoscenze e abilità da conseguire

L'obiettivo di questo corso è di fornire allo studente quel bagaglio tecnologico (ricevitori, spettrometri, antenne e radar, in particolare) a lui necessario per portarlo ad utilizzare direttamente sul campo strumentazione di rivelazione nella banda radio ultra-bassa (ULF, ELF, VLF), nella banda radio media (HF) e nella banda radio alta (microonde), e sensori radar e Lidar. Dopo alcuni elementi fondamentali di tecnica relativa al funzionamento e alla filosofia di costruzione delle varie strumentazioni che compongono un sistema radio-elettronico (in modo particolare ricevitori e spettrometri), radar o Lidar, lo studente apprenderà tutte le modalità per l'utilizzo di detta strumentazione finalizzandolo all'acquisizione di parametri fisici di pertinenza nelle più importanti bande radio e con utilizzo di radar e Lidar, in modo particolare relativi a: a) fenomeni aerei e atmosferici anomali, b) monitoraggio dell'ambiente, anche di interesse biofisico.

### Programma/Contenuti

*Da concordare assieme ai docenti designati per questo corso.*

### Metodi didattici

Per la didattica si utilizzeranno tutti i mezzi convenzionali e audiovisivi messi a disposizione dal centro: lezioni alla lavagna e/o proiettate in Powerpoint, anche intervallate dalla tecnica dello e-learning. Si prevedono importanti sessioni di esercitazione sia di laboratorio che di osservazione diretta sul campo, utilizzando strumentazione radioelettronica, radar e Lidar. Gli studenti dovranno anche collaborare a scrivere le dispense del corso sulla base degli appunti da loro stessi presi nel corso delle lezioni; le dispense – che saranno anche corredate delle esperienze pratiche in appendice – saranno costantemente revisionate dai docenti e dagli studenti stessi. Le dispense saranno costantemente coadiuvate da testi scientifici e tecnologici di pertinenza (anche di lingua inglese) e/o da articoli monografici e/o di review pubblicati su riviste scientifiche e tecnologiche internazionali con referee. Numero previsto di ore settimanali per le lezioni: 3.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

Per poter superare l'esame, lo studente dovrà prima di tutto aver dimostrato di aver seguito le necessarie esercitazioni di laboratorio, documentando con la serie standard di esercizi di laboratorio che vengono somministrati nell'arco del corso. Alla fine del corso lo studente dovrà presentare una tesina. L'esame consisterà in una prova pratica (suddivisa in due parti: hardware e acquisizione dati) e in una prova orale in cui lo studente dovrà dimostrare di aver assimilato a fondo sia il funzionamento della strumentazione che le procedure di acquisizione dei dati. L'esame si intende superato solo se lo studente consegue un punteggio minimo di 27/30 (o con equivalente numero di crediti).

## 18. BIOFISICA - II

### Conoscenze e abilità da conseguire

Il corso si propone di iniziare gli studenti alle registrazioni ed osservazioni riguardanti le possibili interazioni elettromagnetiche prodotte da alcuni fenomeni fisici esterni (quali: fenomeni astronomici, fenomeni anomali atmosferici, o campi elettromagnetici locali di natura anomala e non) sull'attività bioelettrica del cervello. Le conoscenze da conseguire si aggiungeranno a quelle maturate nel corso di Biofisica I (propedeutico a Biofisica II). Le abilità attese consisteranno nella acquisizione 'sul campo' di dati biofisici inerenti il cervello tramite opportuni strumenti elettronici e alla loro successiva interpretazione e correlazione con gli eventi esterni.

## Programma/Contenuti

- Acquisizione delle tecniche di utilizzo e lettura dati di strumenti elettronici tipo *Interactive Brain Visual Analyzer (IBVA)*
- Utilizzo di tale strumento in istituto
- Utilizzo 'domestico' di tale strumento
- Utilizzo sul 'campo'

## Metodi didattici

In questa seconda fase la parte teorica sarà molto ridotta, lasciando maggior spazio alla sperimentazione. Per quanto riguarda la parte sperimentale, in questa seconda fase gli strumenti (si auspica che ne sia a disposizione più di uno) verranno utilizzati dapprima all'interno del centro, e in un secondo tempo, verranno affidati agli studenti per la fase di raccolta dati in ambito domestico, infine verranno utilizzati in situazioni di ricerca e verifica 'sul campo', per l'acquisizione e l'elaborazione di dati provenienti da altri progetti di ricerca del Master. In questa situazione, risulta comunque indispensabile il contatto diretto tra docente e studenti, utile per creare un clima di interscambio e di fiducia; infatti in questa fase la figura del docente sarà più simile a quella di un tutor. Gli studenti dovranno anche collaborare a scrivere le dispense del corso sulla base degli appunti da loro stessi presi nel corso delle lezioni; le dispense – che saranno anche corredate delle esperienze pratiche in appendice – saranno costantemente revisionate dai docenti e dagli studenti stessi. Le dispense faranno riferimento anche a testi scientifici di pertinenza (anche di lingua inglese) e/o da articoli monografici e/o di review pubblicati su riviste scientifiche internazionali. Numero previsto di ore settimanali per le lezioni: 3. (in tale orario non sono comprese le eventuali 'uscite' didattiche)

## Modalità di verifica dell'apprendimento

Si prevede che per ogni sessione (presumibilmente una ogni trimestre) gli studenti dovranno presentare una tesina su argomenti obbligatori al fine di permettere di verificare il livello delle conoscenze da loro raggiunte e le loro abilità nel saper leggere i dati biofisici. L'esame finale consisterà nella discussione orale e valutazione del lavoro globale da loro effettuato nell'arco dell'anno. Gli studenti non possono accedere all'esame finale senza aver sostenuto le prove intermedie. L'esame si intende superato solo se lo studente consegue un punteggio minimo di 24/30 (o numero equivalente di crediti), mentre può accedere all'esame finale qualunque sia stato il risultato delle prove intermedie (tesine).

# 19. DIDATTICA DELLA FISICA

## Conoscenze e abilità da conseguire

Il corso si propone di stimolare negli studenti la capacità di realizzare semplici esperienze di fisica di base con materiali non specificatamente scientifici, per cui occorre che siano già in possesso di tali conoscenze, almeno ad un livello teorico. Le abilità da conseguire saranno su due piani; infatti sul piano pratico-operativo dovranno imparare a maneggiare materiali, a modificarli e a costruire semplici apparati sperimentali partendo quasi dal nulla (ciò si rivelerà particolarmente utile per abituarli ad affrontare situazioni di emergenza durante osservazioni scientifiche 'sul campo'); mentre sul piano logico-intuitivo dovranno creare i progetti di tali apparati.

## Programma/Contenuti

- Ripasso di elementi di ottica
- Creazione di apparati che presentino alcuni principi basilari dell'ottica
- Ripasso di elementi di elettricità e magnetismo
- Creazione di apparati che presentino alcuni principi basilari dell'elettromagnetismo

## Metodi didattici

In questo insegnamento la parte teorica sarà molto ridotta, lasciando maggior spazio alla sperimentazione. Per quanto riguarda la parte sperimentale, gli strumenti verranno realizzati dapprima all'interno del centro, e

in un secondo tempo, verranno assegnati 'compiti' agli studenti anche in ambito domestico. Gli strumenti così realizzati potranno essere utilizzati in situazioni di ricerca didattica e di verifica 'sul campo' (cioè con studenti reali) della loro efficacia. In questo caso, risulta indispensabile il contatto diretto con docenti e studenti di scuole pubbliche o private di istruzione primaria e/o secondaria di primo livello che fungeranno sia da fruitori che da tester delle apparecchiature realizzate. Ciò si rivelerà estremamente utile agli studenti del master per creare un clima di fiducia e di capacità di relazione con altri studenti (anche se di livello di studi inferiore) e/o docenti. Gli studenti dovranno anche collaborare a scrivere le dispense del corso sulla base degli appunti da loro stessi presi nel corso delle lezioni; le dispense – che saranno anche corredate delle esperienze pratiche in appendice – saranno costantemente revisionate dai docenti e dagli studenti stessi. Le dispense faranno riferimento anche a testi scientifici di pertinenza (anche di lingua inglese) e/o da articoli monografici e/o di review pubblicati su riviste scientifiche internazionali. Numero previsto di ore settimanali per le lezioni: 2 (in media)

### **Modalità di verifica dell'apprendimento**

Si prevede che per ogni sessione (presumibilmente una ogni trimestre) gli studenti dovranno presentare una tesina sulle apparecchiature costruite al fine di permettere di verificare il livello delle conoscenze da loro raggiunte e le loro abilità nel saper preparare e realizzare progetti. L'esame finale consisterà nella discussione orale e valutazione del lavoro globale da loro effettuato nell'arco dell'anno. Gli studenti non possono accedere all'esame finale senza aver sostenuto le prove intermedie. L'esame si intende superato solo se lo studente consegue un punteggio minimo di 24/30 (o numero equivalente di crediti), mentre può accedere all'esame finale qualunque sia stato il risultato delle prove intermedie (tesine).

## **20. STORIA DELLA FISICA – II**

### **Conoscenze e abilità da conseguire**

Questo percorso permetterà agli studenti di divenire consapevoli in che modo si sono sviluppate le diverse teorie nell'ambito della fisica e si sono risolte parecchie controversie in modo da riportare tale 'iter' alle attuali problematiche scientifiche.

### **Programma/Contenuti**

- L'ottica: dagli Arabi alla fotocamera digitale
- L'acustica: da Pitagora alla computer music
- L'elettromagnetismo: dalla pila di Volta ai computer
- Il problema delle unità di misura

### **Metodi didattici**

Per la parte teorica della didattica si utilizzeranno i mezzi convenzionali e audiovisivi messi a disposizione dal centro: lezioni alla lavagna e/o proiettate in Powerpoint, anche intervallate dalla tecnica dello e-learning. Per quanto riguarda la parte sperimentale, si svolgeranno ricerche presso biblioteche pubbliche per utilizzare direttamente testi originali riguardanti le tematiche affrontate. Gli studenti dovranno anche collaborare a scrivere le dispense del corso sulla base degli appunti da loro stessi presi nel corso delle lezioni; le dispense – che saranno anche corredate delle esperienze pratiche in appendice – saranno costantemente revisionate dai docenti e dagli studenti stessi. Le dispense faranno riferimento anche a testi scientifici di pertinenza (anche di lingua inglese) e/o da articoli monografici e/o documenti tratti dai testi consultati direttamente. Numero previsto di ore settimanali per le lezioni: 2.

### **Modalità di verifica dell'apprendimento**

Si prevede che per ogni sessione (presumibilmente una ogni trimestre) gli studenti dovranno presentare una tesina su argomenti obbligatori al fine di permettere di verificare il livello delle conoscenze da loro raggiunte e le loro abilità nel saper leggere e desumere dati da testi sia attuali che del passato. L'esame finale consisterà nella discussione orale e valutazione del lavoro globale da loro effettuato nell'arco dell'anno. Gli studenti non possono accedere all'esame finale senza aver sostenuto le prove intermedie. L'esame si intende superato solo se lo studente consegue un punteggio minimo di 24/30 (o numero equivalente di crediti), mentre può accedere all'esame finale qualunque sia stato il risultato delle prove intermedie (tesine).

## ESAME FINALE

L'esame finale consisterà nella discussione di una tesi a carattere eminentemente sperimentale, vertente su uno dei tre seguenti indirizzi a scelta dello studente:

### **A. Indirizzo Astrofisico**

La tesi riguarderà un progetto di ricerca osservativa concernente oggetti astrofisici di particolare carattere innovativo oppure tematiche concernenti il progetto SETI, e richiederà l'utilizzo di telescopi ottici e/o di radiotelescopi, l'analisi dei dati e la relativa interpretazione fisica anche con uso di simulazione numerica.

### **B. Indirizzo Anomalistico**

La tesi riguarderà un progetto di ricerca osservativa concernente la fisica di fenomeni anomali di luce, e richiederà un certo numero di missioni sul campo in aree di ricorrenza di detti fenomeni, utilizzando un numero svariato di strumenti di rilevazione e misurazione. Seguirà l'analisi dei dati e la relativa interpretazione fisica anche con uso di simulazione numerica.

### **C. Indirizzo Biofisico**

La tesi riguarderà un progetto di ricerca osservativa concernente un programma di osservazione dell'attività bioelettrica del cervello, da condurre eventualmente anche con missioni sul campo in aree di ricorrenza di fenomeni luminosi anomali, allo scopo di investigare gli effetti che i campi elettromagnetici prodotti dai suddetti fenomeni esercitano sull'attività bioelettrica cerebrale.

Al termine del corso lo studente riceverà il titolo di "Master in Fisica" con menzione del settore di specializzazione.

Lo studente conseguirà il titolo solo se raggiungerà un punteggio globale di 105/110 (o equivalente numero di crediti).

# APPENDICE

## Progetti di Ricerca afferenti al Progetto Didattico

---

### Progetti in Corso

1. Fisica dei Plasmi Atmosferici. Monitoraggio strumentale a lungo termine (dal 2000 a tuttora) di aree Italiane e straniere, ove si verificano fenomeni aerei anomali di luce nella bassa atmosfera. Lo scopo è di comprenderne i meccanismi fisici e di identificare nuove forme di energia (di probabile origine geofisica) che potrebbero essere imbrigliate e utilizzate su larga scala. (M. Teodorani & G. Nobili).

Tre resoconti abbastanza recenti (esemplificativi) delle precedenti missioni si trovano pubblicati nei seguenti tre lavori (i primi due sono articoli pubblicati su rivista con referee) :

Teodorani, M. (2004) A Long-Term Scientific Survey of the Hessdalen Phenomenon. *Journal of Scientific Exploration*, Vol. 18, N. 2, pp. 217-251. / Anche in rete: [http://www.scientificexploration.org/jse/articles/pdf/18\\_2\\_teodorani.pdf](http://www.scientificexploration.org/jse/articles/pdf/18_2_teodorani.pdf)

Teodorani, M. (2005) IEA 2003 Report: Optical Investigation of Anomalous Light Phenomena in the Arizona Desert. *International Earthlight Alliance (IEA)*, Articles: <http://www.earthlights.org/pdf/massimo.pdf>

Teodorani, M. & Nobili G. (2004) Monitoraggio di Anomalie nell'Area di Solignano. *Galileo* (sezione: "Ricerche"), [http://art.supereva.it/circle/Solignano\\_Report\\_1.pdf](http://art.supereva.it/circle/Solignano_Report_1.pdf)

---

2. Fisica Teorica. Studio di modelli teorici proposti dalla fisica di avanguardia, con particolare riferimento alla "non-località quantistica". Tutto questo è sfociato nella scrittura e pubblicazione di 9 libri di fisica divulgativa (*due in stampa*) che trattano delle varie sfaccettature relative a questo argomento (M. Teodorani).

Documentazione in merito a quanto sopra si trova su : <http://www.macrolibrarsi.it/autore.php?aid=4428>

---

3. Biofisica. Studio teorico degli effetti di interazione di campi elettromagnetici sulla attività bioelettrica cerebrale (G. Nobili).

Un breve articolo esemplificativo si trova pubblicato in rete :

Nobili, G. (2002) Possible bio-physical interference of the electromagnetic field produced by Hessdalen-like lights with human beings. *Workshop on Future Research on the Hessdalen Project*, August 10, 2002, [http://hessdalen.hiof.no/reports/Workshop2002\\_Gloria\\_ABSTRACT.pdf](http://hessdalen.hiof.no/reports/Workshop2002_Gloria_ABSTRACT.pdf)

---

4. Astrofisica 1. Preparazione di un progetto di osservazione telescopica di una classe selezionata di Quasar di elevata luminosità ( $m_v = 12.5-15.0$ ) al fine di rilevare fotometricamente ponti di materia tra la Quasar e una Galassia ad essa molto vicina. A tal fine è tuttora in corso una collaborazione con il Kingsland Observatory in Irlanda (M. Teodorani).

Un recentissimo articolo divulgativo su questo argomento è:

Teodorani, M. (2006) Galassie Madri – La Cosmologia di Halton Harp. *Scienza e Conoscenza*, Maggio 2006, n. 16, pp. 18-22.

Un esempio di articolo tecnico di astrofisica pubblicato dallo stesso autore su una importante rivista scientifica con referee è il seguente:

Teodorani, M., Errico, L., Vittone, A., Giovannelli, F., & Rossi, C. (1997) Spectroscopic and photometric behaviour of the FU Orionis star Z Canis Majoris. *Astronomy & Astrophysics Suppl. Ser.*, n. 126, pp. 91-103.

---

5. Astrofisica 2. Studio di fattibilità di progetti di ricerca relativi al SETI (Search for Extraterrestrial Intelligence), con modalità alternative che si accompagnino al progetto standard, in modo particolare il monitoraggio telescopico (*multi-lunghezza d'onda*) del sistema solare al fine di cercare le eventuali evidenze di sonde di possibile origine extraterrestre (M. Teodorani).

Un recente articolo divulgativo esemplificativo su questa tematica è il seguente :

Teodorani, M. (2005) Il Progetto SETI: Presente e Futuro – La Ricerca Scientifica di Intelligenze Extraterrestri. 1° *Simposio Internazionale di Esobiologia – “Città di Parma”*. Parma 9 Aprile 2005, *Galileo* (sezione “Ricerche”), [http://freeweb.supereva.com/circle/ESOGalileo\\_MT.pdf](http://freeweb.supereva.com/circle/ESOGalileo_MT.pdf)

Un importante articolo appena pubblicato come capitolo (con referee) di un libro di Astrobiologia di una prestigiosa casa editrice scientifica internazionale è il seguente :

Teodorani, M. (2006) An Alternative Method for the Scientific Search for Extraterrestrial Intelligent Life: “The Local SETI”. In : J. Seckbach (ed.) Book: *Life as We Know It*. Editor: Springer, COLE Books, Vol. 10, pp. 487-503.

- 
6. Fisica Didattica. Preparazione di esperimenti didattici (con laboratori) per studenti delle scuole secondarie, al fine di insegnare in maniera immediata e intuitiva i concetti fondamentali della fisica. Il tutto accompagnato da preparazione di corsi di aggiornamento per insegnanti (anche della scuola primaria) nelle materie di pertinenza (G. Nobili).

Un resoconto di queste lezioni è pubblicato in rete :

Nobili, G. (2005) “Laboratorio di Fisica – La Fisica ...Riciclata”, *HomoLaicus*, <http://www.homolaicus.com/scienza/fisica/index.htm>

---

## Progetti da Attivare

1. Fisica dei Plasmi Atmosferici. Monitoraggio strumentale di fenomeni aerei anomali in due aree Italiane e in una area straniera (*Hessdalen in Norvegia*) al fine di approfondire il quadro fisico acquisito fino ad ora, utilizzando strumenti ad elevata sofisticazione. L'obiettivo principale è di identificare i meccanismi di irraggiamento di questi fenomeni in un'ampia gamma di lunghezze d'onda, dalle onde radio all'ultravioletto. In modo particolare, in questa sessione della ricerca si richiede l'utilizzo (*acquisto e/o noleggio*) di: a) camera termica (IR) e visori ad intensificazione di luminescenza con adattatore per fotografia; b) sensore nella gamma ultravioletta; c) rivelatore di particelle elettrostatiche; d) rivelatore per gravimetria; e) telescopio portatile altazimutale ad elevato campo visivo e collegato con camera CCD ad alta risoluzione; f) radar portatile; g) integrazione di un sistema di puntamento automatizzato con telecamera CCD; h) due camere digitali ad altissima risoluzione ( $\geq 12$  Mpx); i) teodolite di ultima generazione; m) spettrometro a microonde; n) geo-radar per scandaglio di zone cave in alcune montagne nei cui pressi si verificano fenomeni luminosi anomali; m) magnetometro digitale ad elevata sensibilità. Questi strumenti vanno ad aggiungersi agli altri strumenti già disponibili (*reticolo di dispersione per spettroscopia ottica, spettrometro VLF-ELF, magnetometro analogico, camere digitali e convenzionali, obiettivi catadiottrici e teleobiettivi*). Si prevede che il progetto abbia una durata indicativa di 3 anni (M. Teodorani, G. Nobili & 2-4 studenti laureati).

Un articolo tecnico (con referee) che fornisce un'idea delle strategie di ricerca proposte al punto appena descritto è il seguente :

Teodorani, M. (2001) Physics from UFO Data. *ICPH Articles*, N. 2, [http://www.itacomm.net/ph/phdata\\_e.pdf](http://www.itacomm.net/ph/phdata_e.pdf)

- 
2. Biofisica 1. Monitoraggio degli effetti prodotti dai fenomeni anomali di luce sull'attività bioelettrica del cervello delle persone, in simultanea con le misurazioni di cui sopra. Si intende in questo modo misurare e studiare quantitativamente gli effetti che gli svariati testimoni hanno riportato nel corso di loro precedenti avvistamenti. Questa ricerca – strettamente collegata con la precedente – prevede l'utilizzo (*acquisto e/o noleggio*) di strumenti portatili di monitoraggio cerebrale del tipo dell'IBVA (Interactive Brain Visual Analyzer), da utilizzare in simultanea con gli strumenti per il monitoraggio dell'ambiente nelle alte (microonde) e basse energie (VLF-ELF) della gamma radio dello spettro. E' prevista una missione speciale nell'area di Hessdalen in Norvegia. Si prevede che il progetto abbia una durata indicativa di 3 anni. (G. Nobili, M. Teodorani & 2 studenti laureati + 1 assistente).

- 
3. Biofisica 2. Monitoraggio di laboratorio delle variazioni dell'attività cerebrale e somatica di soggetti sottoposti a campi elettromagnetici campionati. Si prevede che il progetto abbia una durata indicativa di 3 anni. (G. Nobili & 2 studenti laureati).

- 
4. Informatica applicata. Preparazione delle specifiche per permettere ad uno strumento ottico spettrografico (*camera digitale e/o telescopio connesso a reticolo di dispersione*) di tenere

costantemente in punteria un target luminoso anomalo che si muove in cielo, utilizzando una telecamera per il puntamento automatico. Si richiede la preparazione del software, l'integrazione dell'hardware e l'assistenza di giovani laureati (*fisica, astronomia, informatica o ingegneria elettronica*). Un progetto del genere potrebbe essere configurato come tesi di laurea specialistica (*eventualmente di gruppo*). Si prevede che il progetto abbia una durata indicativa di 1 anno. (M. Teodorani & 2-4 studenti laureati).

---

5. Astrofisica. Osservazione telescopica di un campione selezionato di Quasar di elevata luminosità al fine di rilevare fotometricamente ponti di materia tra la Quasar e una Galassia ad essa molto vicina. L'obiettivo è di sottoporre a test il modello di Halton Arp (*natura galattica e non cosmologica delle Quasar*), utilizzando un telescopio (*già esistente, con capacità robotiche*) di medie dimensioni (1.00 m) in connessione con camera CCD ad altissima risoluzione e tecniche di ottiche adattive per il telescopio. Il progetto può svilupparsi tramite una stretta collaborazione con il Kingsland Observatory (Irlanda) ed eventualmente anche con osservatori italiani. Si prevede che il progetto abbia una durata indicativa di 2 anni. (M. Teodorani, E. Ansbro, C. Overhauser).
- 

6. Fisica didattica. Percorsi di fisica didattica, composti da lezioni in laboratorio affiancate da percorsi sulla consapevolezza, aperti sia a studenti di Fisica che a studenti di Scienze della Formazione (futuri insegnanti elementari). Il progetto può svilupparsi in collaborazione con il Dipartimento di Scienze della Formazione dell'Università di Bologna e con plessi scolastici della città o dintorni che metterebbero a disposizione alcune loro classi come classi-pilota. (G. Nobili & 2 studenti laureati)
- 

Tutti i progetti sopra elencati verrebbero effettuati in parallelo.

---

## Breve Curriculum dei proponenti

**Massimo Teodorani** è un astrofisico. Dopo essersi laureato in astronomia (Univ. Bologna) con una tesi teorico-matematica sulla evoluzione fluidodinamica di un residuo di supernova, ha successivamente conseguito il dottorato di ricerca (Univ. Bologna) in fisica stellare con una tesi osservativa sulle stelle binarie strette e relativi trasferimenti esplosivi di massa. Utilizzando telescopi ottici e ultravioletti ha lavorato presso gli osservatori di Bologna e Napoli occupandosi dal punto di vista osservativo-interpretativo di varie fenomenologie eruttive di tipo stellare, in particolare delle protostelle di tipo FU Orionis e di stelle Nova-like. Successivamente, al radiotelescopio di Medicina del CNR ha svolto ricerche sulla riga spettrale dell'acqua a 22 GHz sia in candidati pianeti extrasolari che nelle comete. In parallelo alla ricerca astrofisica ha condotto ricerche in fisica dei plasmi atmosferici con particolare interesse per il "fenomeno luminoso di Hessdalen", dove come direttore scientifico ha svolto diverse missioni sul campo. Contemporaneamente alla sua momentanea attività come scrittore di scienza presso una casa editrice, svolge tuttora ricerche teoriche nel campo del progetto SETI e prosegue la sua ricerca sperimentale sulla fisica dei fenomeni luminosi anomali. E' autore di oltre 200 pubblicazioni scientifiche di vario tipo e di 9 libri (*due dei quali tuttora in stampa*) riguardanti ricerche di avanguardia in fisica. Dal 2003 il suo nome è citato in "Contemporary Who is Who".

**Gloria Nobili** è un fisico con un particolare interesse per la Biofisica. Si è laureata in Fisica all'Università di Bologna, dove, presso il Museo del Dipartimento di Fisica, ha svolto un'intensa attività di collaborazione per molti anni. E' tuttora docente di Matematica e Fisica alle Scuole Secondarie. Parallelamente continua a collaborare con il Museo di Fisica, svolge ricerche teoriche di Biofisica, e dal 1996 partecipa ai Convegni Nazionali di Didattica della Matematica con diversi Laboratori di Matematica e Fisica. Nell'agosto 2002 partecipa in veste di collaboratore esterno (Dipartimento di Fisica dell'Università di Bologna) alla missione scientifica "Embla 2002" nella valle di Hessdalen (Norvegia), organizzata dal CNR di Bologna; nel luglio 2003 partecipa ad una missione a titolo esplorativo sui Monti Sibillini per raccogliere eventuali dati su fenomeni analoghi alle luci di Hessdalen e, nell'agosto 2004, ad una missione esplorativa nel territorio di Solignano (Pr). Dall'anno scolastico 2004/2005 conduce il Laboratorio di matematica speciale per studenti del IV anno del corso di Laurea in Formazione primaria presso l'Università degli studi di Bologna.

---

Bologna, 18 Giugno 2006

*Massimo Teodorani* .....

*Gloria Nobili* .....

---

**Pubblicato il 19 Giugno 2006 sul sito web:**

***E-School di Matematica e Fisica* diretto dal dr. Arrigo Amadori:**

**[http://www.arrigoamadori.com/lezioni/CorsiEConferenze/MasterFisica/Master\\_Fisica\\_MTGN\\_e-school.pdf](http://www.arrigoamadori.com/lezioni/CorsiEConferenze/MasterFisica/Master_Fisica_MTGN_e-school.pdf)**

---

Copyright © Dr. Massimo Teodorani & Dr. Gloria Nobili  
Copyright © Dr. Arrigo Amadori – *E-School di Fisica e Matematica* :  
<http://www.arrigoamadori.com/lezioni/index.htm>