

INAF-Osservatorio astrofisico di Torino

Technical Report nr. 162

**CIELO@SCUOLA : il sistema integrato per la
diffusione della
cultura scientifica in ambito astronomico e
astrofisico**

A.Cora, L. Abbo, A. Capetti, E. Carli, T. Carriero, A.Cellino, A. Curir,
A. Deliperi, A.M. Digianni, W.Ferreri, T.Gamba, D.Loreggia, D.
Marocchi, E. Monge, R. Morbidelli, S. Rasetti, S.Romaniello, L.
Zangrilli.

Pino Torinese, 9 ottobre 2012

ABSTRACT

La rapida crescita di Internet ha velocemente trasformato la vita di ogni giorno. Innovazioni quali il commercio elettronico, i blog, l'accesso ai software e alle informazioni via rete hanno imposto anche l'innovazione nei metodi e nelle tecnologie per l'insegnamento.

CIELO@SCUOLA è un progetto sviluppato da INAF-Osservatorio Astrofisico di Torino, da INFINI.TO Museo dell'Astronomia e dello Spazio, dal Corso di Laurea in Fisica dell'Università di Torino e dal CSP-innovazione nelle ICT, con lo scopo di sostenere i professori nell'utilizzo di queste nuove tecnologie e nella diffusione della cultura astronomica e astrofisica mediante corsi a distanza interattivi, articoli scientifici e suggerimenti.

Si può definire sistema integrato in quanto utilizza strumenti ICT per costruire un sistema di distribuzione interattivo di contenuti e contatti.

Il sito Web del progetto è attivo da settembre 2011. Il 21 novembre 2011 si è svolto al Planetario di Torino un seminario per presentare l'iniziativa e il sito ai docenti ed annunciare il primo corso (quasi tutto on-line) di aggiornamento, che si è tenuto nei mesi di marzo, aprile e maggio 2012.

La presente pubblicazione tecnica interna nasce dall'esigenza di raccogliere l'esperienza maturata nella realizzazione del sistema CIELO@SCUOLA.

CIELO@SCUOLA fa parte "del sistema integrato per la diffusione della conoscenza astronomica ed astrofisica", che ha goduto del sostegno del Ministero Italiano dell'Università e della Ricerca Scientifica e Tecnologica (MIUR) con un contributo economico per l'anno 2011 (L.6/2000).

Sebbene il contributo ottenuto sia stato notevolmente ridotto rispetto alle attese, si è deciso di dare corso al progetto grazie anche ai fondi messi a disposizione dall'INAF-Osservatorio Astrofisico di Torino finalizzati alla realizzazione delle attività di didattica e divulgazione.

DESCRIZIONE DEL PROGETTO

CIELO@SCUOLA consiste in un percorso formativo mirato a promuovere la cultura in ambito astronomico e astrofisico nelle scuole, dedicato agli insegnanti delle scuole superiori di secondo grado.

Il corso di aggiornamento è stato proposto ai divulgatori/educatori istituzionali (i professori) per raggiungere, loro tramite, la platea più estesa costituita dagli studenti.

Il progetto utilizza un sistema informativo avvalendosi di ambienti e tecnologie innovative per fornire strumenti culturali e metodologici per la comprensione dell'Astronomia e dell'Astrofisica.

La presenza del portale WEB e il progetto di gestione di corsi on-line avrebbe permesso il coinvolgimento di insegnanti su tutto il territorio italiano ma nella fase progettuale di questa prima edizione si è scelto di proporre l'iniziativa solo ai docenti della regione Piemonte per poter far fronte più efficacemente ad eventuali imprevisti relativi alla logistica e ai sistemi di trasmissione.



Fig.1 - Il sistema è integrato, in quanto non si fonda semplicemente su corsi di approfondimento, ma anche sui moderni sistemi tecnologici per la diffusione dell'informazione potenziando le dotazioni informatiche dell'INAF-OATo e INFINI.TO .

In un primo tempo sono stati invitati i docenti di fisica, scienze e matematica della scuola secondaria superiore e, successivamente, l'invito è stato esteso ai docenti delle scuole medie inferiori. Infatti, è in questa fascia d'età compresa tra gli 11 e i 13 anni che spesso si decide di optare per un percorso formativo scientifico o umanistico. Assume, quindi, particolare rilevanza la figura del docente per la scelta anche dei futuri percorsi universitari. La totale gratuità dell'iscrizione al percorso formativo offerto e la forte riduzione di eventuali costi di partecipazione ha fatto sì che gli insegnanti aderissero numerosi.

Inoltre, l'adozione di tecnologie ICT quali l'utilizzo dei sistemi di videoconferenza, hanno consentito di ridurre drasticamente gli spostamenti e i disagi conseguenti per i partecipanti.

Tre istituti di scuola superiore (di seguito denominati istituti pilota) hanno aderito al progetto fornendo le aule e le attrezzature informatiche necessarie allo svolgimento delle lezioni presso le loro sedi. Gli istituti sono:

1. Liceo Scientifico Statale "Enrico Fermi - Via Monte Nero, 15/a - 28041 - Arona (NO);
2. Liceo Scientifico Statale "Alessandro Volta" - Via Juvarra, 14 Torino (TO);
3. Istituto di Istruzione Superiore "Giancarlo Vallauri" - Via S. Michele, 68 - 12045 Fossano (CN)

Le lezioni si sono svolte in quattro aule attrezzate: tre poste negli istituti pilota

e una presso l'Osservatorio Astrofisico di Torino.

Il valore aggiunto del corso di aggiornamento è stato dato dalla partecipazione di ricercatori astronomi esperti del settore che hanno personalmente curato le lezioni, e dalla verifica della didattica dei temi trattati da parte di docenti universitari.

Possiamo schematizzare il progetto che risulta così articolato in quattro punti essenziali:

1. Piattaforma web per la didattica e divulgazione dell'astronomia con libero accesso agli insegnanti.
2. Comunicazione e diffusione dell'iniziativa.
3. Corso di formazione.
4. Verifica dei risultati e autovalutazione del progetto.

LA PIATTAFORMA WEB CIELOASCUOLA.OATO.INAF.IT

Il corso di formazione ha reso necessario implementare e sviluppare l'infrastruttura del sistema internet di trasmissione dati dell'INAF-Osservatorio Astronomico di Torino; potenzialità aggiuntive che si intendono acquisite permanentemente e utilizzabili per edizioni future.

Con l'avvio del progetto è stata data priorità all'acquisto del server e della struttura hardware in grado di ospitare il sito facendo inoltre colloquiare la Lavagna Interattiva Multimediale (LIM) già in nostro possesso con altre LIM e altri pc in rete.

Abbiamo iniziato una fase di sperimentazione per l'utilizzo delle LIM, che si è rivelata da subito molto complessa. Questa fase sperimentale sta ancora proseguendo. L'obiettivo a breve scadenza è quello di riuscire ad arrivare ad una completa integrazione tra LIM e sistema di video-conferenza necessario alle future lezioni on-line.

Quest'aspetto tecnologico del progetto ci sembra particolarmente importante: infatti, la capillare diffusione delle LIM presso gli istituti scolastici non è stata seguita da un loro ampio utilizzo.

Il cuore tecnologico del sistema è il portale WEB: <http://cieloascuola.oato.inaf.it>. La scelta per il suo sviluppo è stata basata sull'utilizzo di software open-source. La piattaforma è quindi una LAMP acronimo di Linux (sistema operativo), Apache (web server), MySQL (server database) e PHP (linguaggio di scripting), una delle più utilizzate a livello mondiale. E' stato inoltre *utilizzato* come Content Management System (CMS) il diffusissimo WordPress.

L'interazione tra lo staff INAF e gli allievi, dall'iscrizione alla fruizione delle lezioni e fino al test finale, è avvenuta interamente con tecnologie web-based. Sul portale Cieloascuola.oato.inaf.it sono stati pubblicati le notizie, i calendari delle lezioni, le modalità e il form di iscrizione, oltre che gli articoli e i contributi tecnico-scientifici.

Il numero di accessi al sito sono stati significativi e si è evidenziato un aumento dei collegamenti (vedi Fig.2) .

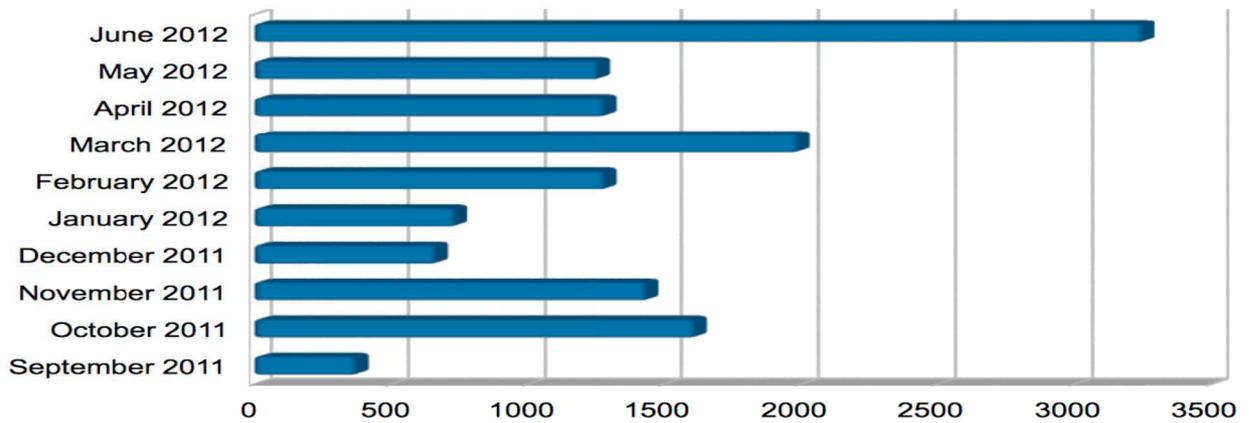


Fig.2 : numero di accessi al portale WEB cieloascuola.oato.inaf.it

Al portale è stata associata la piattaforma per la didattica Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment (Moodle) che è stato il vero e proprio sistema di connessione tra docenti e allievi.

L'interfaccia utente è stata dapprima implementata con un unico accesso per tutti i docenti e poi, evidenziati i forti limiti che questo tipo di collegamento comporta, sono state configurate singole utenze con accesso diretto alle risorse. Gli allievi hanno potuto prendere visione delle lezioni in formato pdf delle registrazioni delle stesse e del test finale.

Una selezione tra le tecnologie hardware e software da utilizzare per le lezioni on-line ha portato alla scelta del software di web conferencing OpenMeeting in quanto di facile configurazione e utilizzo soprattutto per la versione client ospitata sui pc dei laboratori didattici degli istituti scolastici. Il software non ha dato problemi rilevanti in merito al possibile ritardo audio-video e al ritorno della voce. Anche la condivisione del desktop del docente e lo scorrere delle slides è sempre avvenuta in tempo reale. Dalle aule remote le lezioni sono state seguite in modo agevole ed interattivo.

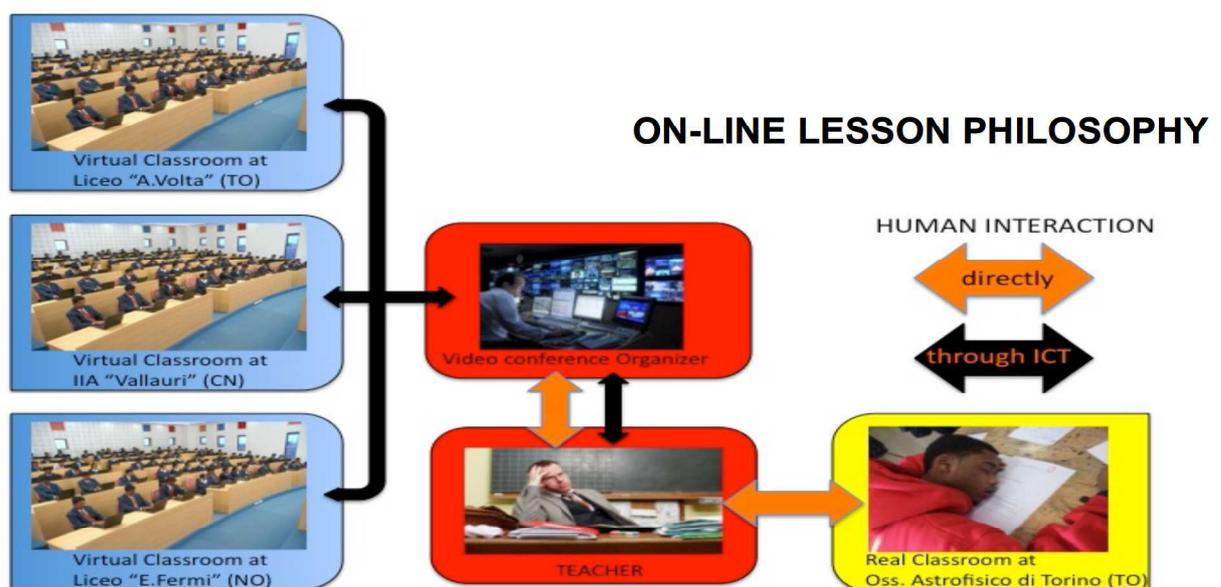


Fig.3 – Architettura del sistema di video-lezioni

CIELO@SCUOLA

PORTALE DI ASTRONOMIA & DIDATTICA

Lunedì 21 Novembre 2011
ore 14.00 – 18.30
Planetario di Torino
InfiniTo
Strada Osservatorio 30
10025 Pino Torinese (TO)

ISCRIZIONI:
[HTTP://CIELOASCUOLA.OATO.INAF.IT](http://CIELOASCUOLA.OATO.INAF.IT)
 Info: cieloascuola@oato.inaf.it
 Tel: Dott.ssa T. Carriero 0118101920
 Dott.ssa A. Deliperi 0118101916



CIELO@SCUOLA: CORSO INTRODUTTIVO
Appunti di lavoro per una Scuola di Astrofisica Virtuale

14:30-14:40 Apertura Lavori

Alessandro Capetti, Direttore INAF-Osservatorio Astronomico di Torino

14:40-14:55 Introduzione al progetto

Daniela Marocchi, Corso di Laurea e di Laurea Magistrale in Fisica Università degli Studi di Torino

14:55-15:20 Il Docente: Mediatore tra Ricerca e Scuola

Emilia Carli, Liceo Scientifico Statale E. Fermi Arona (NO)

15:20-15:45 Tecnologie IT per la Didattica in ambito astronomico

GianLuca Matteucci, CSP innovazione nelle ICT

15:45-16:10 Il Portale di Didattica e Astronomia CIELO@SCUOLA

Luca Zangrilli, INAF-Osservatorio Astronomico di Torino

16:30-16:55 Moodle: la piattaforma e-learning di CIELO@SCUOLA

Stefania Rasetti, Alberto Cora, INAF-Osservatorio Astronomico di Torino

16:55-17:20 Esperienze di Virtual Observatory (VO)

Eleonora Monge Infini.to-Museo dell'Astronomia e Planetario

17:20-18:10 Tavola Rotonda con Gianluca Matteucci, Attilio Ferrari, Walter Ferreri

18:10 -18:20 Fine lavori e prossimi appuntamenti



Fig. 4 – Locandina e programma del convegno

LA COMUNICAZIONE E LA DIFFUSIONE (T. Carriero – A. Deliperi)

Nel realizzare il progetto, ampio spazio e risorse sono stati dedicati alla comunicazione dell'iniziativa.

Per raggiungere il bacino di potenziali fruitori del corso (ovvero gli insegnanti delle scuole piemontesi) sono stati utilizzati i canali di comunicazione ufficiali richiedendo la collaborazione degli uffici scolastici regionali e provinciali, richiesta che talvolta non ha trovato adeguata risposta.

Oltre alla via istituzionale si è affiancata un'attività di comunicazione che tradizionalmente avviene nel mondo dell'industria con la realizzazione del convegno: "CIELO@SCUOLA: Appunti di lavoro per una Scuola di Astrofisica Virtuale" che ha avuto luogo a Pino Torinese il 21 novembre 2011 (vedi Fig. 3).

Il convegno, di un solo giorno, ha avuto come scopo principale quello di far conoscere ai docenti il portale, i ricercatori-docenti dell'Osservatorio e dare notizia del corso di aggiornamento nella primavera 2012.

L'annuncio del convegno è apparso sul sito web e comunicato a mezzo posta elettronica alle segreterie dei 1311 istituti scolastici, tra medie-superiori ed inferiori, delle sette province della regione Piemonte.

Come riscontro all'invito di partecipazione si è registrata l'adesione di 50 insegnanti, colleghi e semplici curiosi provenienti da 31 istituti differenti (circa il 3% degli istituti del Piemonte) e in alcuni casi anche di altre regioni italiane.

La comunicazione del corso CIELO@SCUOLA, è stata analoga a quella del convegno: contatto con gli Uffici Scolastici Provinciali e Regionali, utilizzo del sito WEB ed e-mail inviate alle segreterie dei 1311 istituti.

Le iscrizioni al corso sono state 54, provenienti da 33 istituti differenti e ben 28 docenti avevano partecipato al convegno.

Inoltre, come previsto in fase progettuale, si è data notizia dell'iniziativa CIELO@SCUOLA nell'ambito del Festival di Genova 2011 (con brevi conferenze), al 55° Congresso della Società Astronomica Italiana (SAIt) tenutosi a Palermo dal 3 al 6 Maggio 2011 e alla "European Week of Astronomy and Space Science" (che ha sostituito per il 2012 il congresso SAIt) tenutasi a Roma il dall'1 al 6 Luglio 2012; di questi ultimi 2 eventi i poster presentati sono visibili in allegato.

La partecipazione a questi momenti di carattere nazionale ed internazionale è stata importante per un confronto con altre iniziative di divulgazione e didattica, ma anche per il coinvolgimento di colleghi ed altri divulgatori nel progetto e nelle sue future edizioni.

CORSO DI FORMAZIONE

Il convegno tenutosi nell'autunno 2011 è stato pensato per allacciare i contatti con i docenti che normalmente non frequentano le nostre strutture di ricerca. Inoltre, a seguito del convegno, gli insegnanti sono stati invitati a indicare gli argomenti che avrebbero avuto piacere di sviluppare durante il corso.

Le indicazioni pervenute sono state per lo più generiche, ma la maggior parte convergevano sulla necessità di elaborare attività di laboratorio da proporre e sviluppare nelle classi.

Si è scelto di offrire, per questa prima edizione del corso di aggiornamento, una panoramica sui temi principali in tutti i settori di cui si compone la ricerca scientifica in ambito astronomico e astrofisico, a partire dai moti del pianeta Terra, alle galassie e sino all'espansione dell'Universo.

Ogni ricercatore ha dunque sviluppato e curato la lezione relativa al proprio settore di ricerca (Planetologia, Astrofisica, Fisica Solare, ecc) e, contestualmente, i collaboratori del Planetario INFINI.TO hanno messo a punto le esperienze di laboratorio.

Ai docenti che hanno partecipato ad almeno il 50% delle ore del corso di formazione è stato rilasciato l'attestato di frequenza da parte dell'Istituto Nazionale di Astrofisica - Osservatorio Astrofisico di Torino.

Il corso si è articolato in 8 moduli di 2 ore ciascuno, per complessive 16 ore di lezione.

La gran parte del corso è stata tenuta on-line e frequentata nelle aule dedicate degli Istituti coinvolti (vedi Fig.3):

- Liceo Scientifico Statale "Enrico Fermi" (aula di 15 posti);
- Liceo Scientifico Statale "Alessandro Volta" (aula di 15 posti);
- IIS "Giancarlo Vallauri" (aula di 30 posti);
- INAF-Osservatorio Astrofisico di Torino – Via Osservatorio 20 - 10023 Pino Torinese (TO) (aula di 15 posti).

Il calendario delle lezioni è stato il seguente:

MERCOLEDI 14 MARZO 2012 – 1° MODULO

14:30–15:30 La Terra, i suoi moti e la Luna. le stagioni, la durata del giorno, i movimenti della Terra, i calendari, fasi lunari e eclissi. (Docente: W.Ferreri, INAF-OATo).

15:30–16:30 Attività di Laboratorio n.1. Strumenti di VO (Virtual Observatory): come utilizzare Stellarium in classe per spiegare i moti della terra. (Docente: S.Romaniello, INFINI.TO).

MERCOLEDI 21 MARZO 2012 – 2° MODULO

14:30-15:30 il Sole. Le eruzioni di massa coronale che causano le aurore e le tempeste magnetiche; l'influsso dell'attività solare sulle nostre tecnologie; introduzione allo Space Weather. (Docente: L.Abbo, INAF-OATo).

15:30–16:30 Attività di Laboratorio n.2. Costruzione di un Piroeliometro e misurazione della costante solare (laboratorio interdisciplinare da realizzarsi con gli insegnanti). (Docente: E. Monge, INFINI.TO).

MERCOLEDI 28 MARZO 2012 – 3° MODULO

14:30-15:30 I Corpi Minori del Sistema Solare. Approfondimento sulle caratteristiche dei cosiddetti Corpi Minori (asteroidi, comete, oggetti Trans-nettuniani) e sulla loro importanza per comprendere meglio la formazione, l'età e la storia del sistema solare. (Docente: A. Cellino, INAF-OATo).

15:30-16:30 Attività di Laboratorio n.3. Introduzione agli spettri in Astrofisica e ad un laboratorio di spettroscopia (Docente: D. Loreggia, INAF-OATo).

MERCOLEDI 4 APRILE 2012 – 4° MODULO

14:30-15:30 Da Ipparco ad Hipparcos. Astrometria: dato e misura nell'astronomia fondamentale. (Docente: R. Morbidelli INAF-OATo) .

15:30-16:30 Attività di Laboratorio n. 4. Introduzione all'uso dei CCD per immagini astronomiche ed alla riduzione delle immagini astronomiche (Docente: A.Cora, INAF-OATo).

MERCOLEDI 11 APRILE 2012 – 5° MODULO

14:30-15:30 Le Stelle. Nucleosintesi ed evoluzione stellare. (Docente: L.Zangrilli INAF-OATo).

15:30-16:30 Attività di Laboratorio n 5. Ricaviamo la legge di Hubble (Docente: S.Romaniello, INFINI.TO).

MERCOLEDI 18 APRILE 2012 – 6° MODULO

14:30-15:30 Cosmologia e formazione delle galassie. Il big bang e l'Universo in espansione. Soluzioni cosmologiche delle Equazioni di Einstein. Materia ed Energia Oscura. Come si formano le strutture a larga scala (Docente: A.Curir INAF-OATo).

15:30-16:30 Attività di Laboratorio n 6. Uso di Aladin, (Docente: E.Monge, INFINI.TO).

VENERDI 4 MAGGIO 2012

17:00-19:00 7° MODULO : Visita al Planetario di Torino (Docenti: S.Romaniello, INFINI.TO).

19:00-20:00 Aperitivo.

20:30-22:30 8° MODULO : Visita all'Osservatorio Astrofisico di Torino, con condizioni meteo favorevoli si effettueranno riprese di immagini ad uso astronomico (Docenti: A.Cora, W.Ferreri, INAF-OATo).

CONTENUTI DEL CORSO

Nei mesi precedenti al corso, si è richiesta la disponibilità dei colleghi (che tra l'altro sono coautori di questo rapporto tecnico) e si sono svolti alcuni incontri per definire i temi da proporre durante le lezioni. La materia è vasta e molti sono gli aspetti che richiedono nozioni di fisica e matematica cui far riferimento, ma vi è stata la necessità di contenere l'argomento di competenza in una sola ora di lezione. Trattandosi di lezioni on-line c'era la

consapevolezza che sarebbe stato difficile mantenere la concentrazione e l'attenzione dei docenti oltre questo lasso di tempo. Pertanto, si è scelto di affrontare solo uno o due argomenti significativi a lezione: ad esempio, durante la lezione di planetologia, non si è parlato di tutti i pianeti del sistema solare ma si è scelto di approfondire la tematica dei “corpi minori”, molto spesso trascurata, sebbene fondamentale per comprendere il sistema solare. Qui di seguito un rapido riassunto delle lezioni e degli argomenti che i vari docenti hanno trattato.

La Terra, i suoi moti e la Luna, le stagioni, la durata del giorno, i movimenti della Terra, i calendari, le fasi lunari e le eclissi. (Docente: W. Ferreri, INAF-OATo)

La prima impressione che si ha osservando il cielo è che siano gli astri a ruotare intorno alla Terra, come – comprensibilmente – pensavano gli antichi. Ma già prima di Cristo, menti particolarmente illuminate iniziarono a intuire che avrebbe dovuto essere la Terra a muoversi.

Oggi è dominio di tutti la consapevolezza che il nostro pianeta, come gli altri del Sistema Solare, compie più movimenti. I principali, i più noti, quelli che si imparano già dagli studi elementari, sono la rotazione intorno al suo asse, che produce l'alternarsi del giorno e della notte, e la rivoluzione, che porta la Terra attorno al Sole durante l'anno e che produce il mutamento del cielo notturno. Un terzo movimento provoca la variazione di orientamento dell'asse terrestre: è quello che determina la precessione degli equinozi. Un quarto movimento è la traslazione del sistema planetario, trascinato dal moto del Sole in mezzo alle stelle.

A questi quattro movimenti se ne aggiungono altri sette principali; tuttavia alcuni, di natura complessa, si possono scomporre in altri più semplici. Globalmente, si può affermare che la Terra compie undici moti principali, alcuni dei quali sono rilevabili solo grazie ad osservazioni molto accurate.

Attività di Laboratorio n.1. Strumenti di VO (Virtual Observatory) : come utilizzare Stellarium in classe per spiegare i moti della terra. (Docente: S. Romaniello, INFINI.TO).

L'intento con cui è stato realizzato l'intervento è quello di fornire ai docenti i presupposti epistemologici e gli strumenti per realizzare una lezione di approfondimento dell'astronomia e della geografia astronomica.

Sono stati mostrati i principali strumenti del software open source Stellarium utili per affrontare una lezione in classe sui moti della terra: rivoluzione, rotazione, fasi lunari, alternanza di giorno e notte e circolo di illuminazione, alternanza delle stagioni, costellazioni zodiacali e orientamento.

Il Sole. Le eruzioni di massa coronale che causano le aurore e le tempeste magnetiche; l'influsso dell'attività solare sulle nostre tecnologie; introduzione allo Space Weather. (Docente: L. Abbo, INAF-OATo).

Dopo una rapida introduzione su alcune caratteristiche del Sole come stella,

si è voluto approfondire l'argomento dell'attività solare e dei suoi possibili indicatori (macchie solari, campo magnetico, emissione raggi X, numero di tempeste solari, velocità del vento solare, anelli di accrescimento degli alberi, carotaggi di ghiacci). Le eruzioni di massa coronale o tempeste solari, che talvolta vengono portati alla ribalta (anche in maniera maldestra) dai giornali e TV sono di forte attrazione per gli studenti, soprattutto evidenziando quali effetti possono avere sul nostro pianeta (meteorologia spaziale). Preparare in maniera adeguata il corpo docente ad affrontare queste tematiche proposte dai media può essere estremamente utile per comprendere che il Sole, la tenue ma estesa atmosfera

che lo circonda e i meccanismi fisici che si innescano nelle relazioni Sole-Terra influenzano la nostra vita e la tecnologia.

Non si sono trascurati gli argomenti più classici quali la costante solare che misura l'irradiazione del Sole sul nostro pianeta e che ha implicazioni dirette sul clima.

Attività di Laboratorio n.2. Costruzione di un Piroeliometro e misurazione della costante solare (laboratorio interdisciplinare da realizzarsi con gli insegnanti). (Docente: E. Monge, INFINI.TO).

Nell'ambito del progetto "Cielo@scuola" si sono portate all'attenzione dei docenti delle classi di licei e istituti secondari superiori alcune attività di laboratorio dedicate all'astronomia e all'astrofisica, con particolare riguardo ai bilanci energetici da irraggiamento solare. Il Piroeliometro proposto è destinato a illustrare, con un approccio sperimentale diretto o "hands-on", le caratteristiche fisiche e astronomiche della stella Sole per quanto riguarda il suo potere emissivo elettromagnetico. L'obiettivo generale del laboratorio è di misurare, con una strumentazione molto semplice e poco costosa, la quantità di energia elettromagnetica che investe il nostro pianeta o, indirettamente, l'energia emessa dalla superficie del Sole. L'attività tratta una serie di aspetti legati al curriculum scientifico-disciplinare come la misurazione con un apparato sperimentale appropriato [ad?] una grandezza fisica con la parallela elaborazione e valutazione delle indeterminazioni strumentali e delle procedure di misura, la termodinamica di sistemi irraggianti, la calorimetria, la radiazione di corpo nero e lo spettro elettromagnetico del Sole. In senso più ampio si trattano tematiche molto attuali legate ai bilanci energetici del sistema Terra-Sole, con l'obiettivo di sensibilizzare circa i consumi, la sostenibilità energetica e le energie alternative, fino alle possibili applicazioni tecnologiche della radiazione solare (celle fotovoltaiche e pannelli solari). Numerosi sono i punti di forza del laboratorio proposto: dalla sperimentazione diretta e manipolativa all'attività laboratoriale in dinamica di gruppo, dalla facile ed economica realizzazione degli apparati sperimentali alla possibilità di numerose applicazioni e collegamenti con altre discipline.

Non esistono particolari pre-requisiti necessari per lo svolgimento dell'attività; sono tuttavia funzionali alcuni concetti legati alla radiazione solare e alla calorimetria di base (capacità termica, calore specifico, calorimetri,

trasmissione del calore). Può essere utile, inoltre, avere dimestichezza con l'utilizzo di fogli di calcolo.

L'apparato sperimentale, di natura piuttosto rudimentale, si compone di: un cilindro forato con un materiale isolante alla base e un disco d'ottone annerito, un basamento per il posizionamento e l'orientamento del cilindro, un termometro dotato di sonda a contatto con l'ottone e un cronometro.

I Corpi Minori del Sistema Solare. Approfondimento sulle caratteristiche dei cosiddetti Corpi Minori (asteroidi, comete, oggetti Trans-nettuniani) e sulla loro importanza per comprendere meglio la formazione, l'età e la storia del sistema solare. (Docente: A. Cellino, INAF-OATo).

Il contributo di questo modulo nell'ambito dell'iniziativa Cielo@Scuola è consistito nel preparare una lezione avente come argomento i cosiddetti corpi minori del Sistema Solare. Lo scopo era quello di trasmettere agli insegnanti un concetto fondamentale, e cioè che i corpi minori sono tali solo di nome e in termini di dimensioni relative, ma non in termini di importanza intrinseca per le scienze planetologiche. Oggetti come gli asteroidi, le comete, i meteoriti e gli oggetti trans-nettuniani sono invece fondamentali per comprendere l'età del Sistema Solare e le condizioni fisiche del materiale che faceva parte della nebulosa protosolare e del disco protoplanetario originale, da cui si crede che siano nati il Sole stesso ed i pianeti maggiori.

La lezione, data la vastità dell'argomento, si è concentrata soprattutto sugli asteroidi e ha incluso, oltre ad una panoramica generale sulle proprietà fisiche di questi oggetti e sulle tecniche di osservazione che vengono usate per ricavarle, anche una breve trattazione del problema del rischio di impatto di oggetti interplanetari con il nostro pianeta, e delle misure che si possono adottare per scongiurare possibili catastrofi.

Attività di Laboratorio n 3. Introduzione agli spettri in Astrofisica e ad un laboratorio di spettroscopia (Docente: D. Loreggia, INAF-OATo).

Nel modulo di "Introduzione alla Spettroscopia – Spettroscopia Stellare" si è cercato di descrivere i concetti fondamentali che stanno alla base dell'emissione e dell'assorbimento dei quanti di luce da parte di una sorgente. La prima parte riassume i principi base della meccanica quantistica che regolano i processi di interazione tra radiazione elettromagnetica e materia. Partendo dal concetto di dualismo particella-onda proprio della luce si sono trattati i fenomeni della diffrazione e dell'interferenza che stanno alla base della generazione degli spettri e che sono propri del comportamento ondulatorio della luce. Si sono introdotte le formule fondamentali per comprendere l'origine delle frange e del perché queste si "colorino" diversamente generando uno spettro. In particolare, si è evidenziata la proprietà fondamentale di uno spettrografo che consiste nella sua risoluzione, cioè la capacità di separare le varie lunghezze d'onda. In seguito, si sono analizzate le ragioni della presenza delle righe di emissione e di assorbimento in taluni spettri, che invece ne caratterizzano il comportamento

particellare.

Nella seconda parte si sono sviluppati i concetti affrontati nel caso specifico delle stelle, introducendo l'idea di corpo nero, le proprietà della Planckiana e gli effetti perturbativi sul suo profilo dovuti all'assorbimento/emissione di fotoni. Parlando delle varie tipologie di spettri stellari si sono discusse le proprietà fondamentali che si ricavano dall'analisi spettrale, prima fra tutte la temperatura. Conoscendo il legame tra gravità superficiale, massa e raggio di una stella, si sono introdotte le equazioni che permettono di caratterizzare in modo completo una stella e di collocarla nel diagramma HR. Si è inoltre parlato, seppur brevemente, delle abbondanze chimiche che si possono determinare a partire da uno spettro e la loro relazione con il tipo spettrale.

Infine si è affrontato il problema dell'interazione della radiazione con il mezzo interstellare, del Red Shift cosmologico. In conclusione, si è esposto un breve riassunto su come varia la tipologia di oggetti e di fenomeni osservabili in funzione della risoluzione dello spettrografo.

Da Ipparco ad Hipparcos. Astrometria: dato e misura nell'astronomia fondamentale (Docente: R. Morbidelli, INAF-OATo) .

L'insegnamento dell'Astronomia nelle scuole può essere una possibile occasione per consentire agli studenti di vedere applicate, nel più incredibile dei laboratori scientifici, molte di quelle fondamentali nozioni e conoscenze delle scienze matematiche fisiche e naturali alle quali vengono avvicinati nel percorso di studi che si svolge in un altrettanto fondamentale momento dell'evoluzione fisica ed intellettuale di una persona; il passaggio dall'infanzia alla pubertà. In quest'ottica l'incontro avvenuto con i docenti di scuole di vario ordine e grado si è principalmente focalizzato sull'opportunità di esporre, a grandi linee, i temi dell'astronomia fondamentale, certamente il più antico dei filoni d'indagine propri dell'astronomia intesa come disciplina scientifica in evoluzione. Su questa idea si è sviluppata, quindi, un'esposizione di questa parte dell'astronomia mediata attraverso una rilettura ispirata, necessariamente, ad un ideale riscoperta del percorso logico e razionale compiuto dal pensiero umano in questa materia. Un itinerario tracciato sulla base del riesame, in chiave storica, delle tappe cognitive che hanno segnato questa disciplina partendo dalla sua connotazione astrologica fino a pervenire alla sua ridefinizione di scienza astronomica. Così, con uno spirito, sostanzialmente propositivo, alcuni punti, che si possono ritenere nodali per la disciplina astronomica in quanto tale (concetto di parallasse, di moto, di sistemi di riferimento ecc), ma che sono presumibilmente idonei anche per riflessioni interdisciplinari, sono emersi durante la trattazione e sono stati sottolineati col fine di evidenziarli quali possibili temi per una esperienza didattica interdisciplinare.

L'astronomia osservativa è stata quindi presentata, principalmente, come esempio di uno strumento dell'intelletto nell'esposizione, i suoi contenuti sono stati fatti evolvere in un contesto storico che fornisse di essi una descrizione in termini d'interpretazione dei fenomeni naturali del cielo così come

“guardato” dall’uomo con gli strumenti di misura e le rappresentazioni grafiche proprie dell’epoca considerata. Si è sottolineato come, in taluni momenti della storia del pensiero scientifico occidentale, essa abbia letteralmente modificato fino a stravolgerlo la concezione stessa del rapporto che ha l’individuo della nostra specie con quanto ascrivibile al concetto di “altro” in quanto complementare a questo termine.

In questo processo una chiave di lettura è offerta, certamente, dal prestare attenzione alla trasformazione cui sono andati incontro nel tempo i metodi di misura, rimasti per lunghi periodi limitatamente disponibili anche per le difficoltà tecnologiche connesse alla loro, non facile, realizzazione nelle varie epoche della storia umana; misure divenute presto “dati”, ovvero insiemi ordinati di osservazioni codificate, tramandabili, archiviabili e, in virtù dell’evoluzione del pensiero scientifico e tecnologico, confrontabili e reinterpretabili.

Riproponendo l’uso fatto dagli astronomi della misura divenuta dato si è sottolineato come questo sia stato motore per la formulazione di modelli eterogenei e per tramite di questi dei molteplici modi di descrivere la natura. Della interpretazione, in particolare dei fenomeni celesti, pervenutaci dall’epoca classica greca soprattutto per l’opera di Ipparco di Nicea e di Tolomeo; della loro evoluzione, incubata per quasi 1500 anni, finalmente esplosa nella rivoluzione copernicana prima e nella applicazione e dimostrazione galileiana e newtoniana poi.

Si è, da ultimo, pervenuti alla veloce descrizione del fermento di teorie e concezione di esperimenti cui l’astronomia del XX e XXI secolo ha dato e sta dando concretezza. Un processo che si svolge non solo in virtù delle teorie e delle osservazioni condotte dagli addetti ai lavori, anche grazie alla disponibilità di un sito d’osservazione che comprende lo spazio oltre che la Terra, ma anche grazie all’adozione di nuove tecnologie quali la telematica. Questa sta aprendo all’accesso pubblico, come mai avvenuto in passato, gli archivi dei dati soggetti a continuo incremento dei contenuti. La comparsa dell’IVOA (International Virtual Observatory Alliance) ha globalizzato l’accesso alla conoscenza delle informazioni scientifiche in campo astronomico fornendo, potenzialmente a tutti, un formidabile ed ancora ampiamente inesplorato strumento per un nuovo approccio che ritengo, volendo, anche didattico all’osservazione del cielo. In esso il cielo diviene un laboratorio del pensiero, in cui i corpi celesti “archiviati” sono resi manipolabili e quindi concretamente utilizzabili consentendo di vedere rappresentato, sia pur tramite tecniche di virtualizzazione, quello che gli astronomi per secoli hanno potuto ricostruire solo in astratto.

L’uso di questo oggetto è stato quindi proposto, in questa occasione, ai docenti delle scuole, affinché possano avvalersene come ausilio nelle loro attività di didattica e sperimentazione, ripercorrendo con esso, nel concreto, alcuni dei metodi propri della misura nel campo dell’astronomia fondamentale e più in generale dell’Astronomia in molte delle sue connotazioni potenzialmente interdisciplinari.

Attività di Laboratorio n 4 . Introduzione all'uso dei CCD per immagini astronomiche ed alla riduzione delle immagini astronomiche (Docente: A. Cora, INAF-OATo).

In quest'ora di lezione si è provato a mettere le basi della ripresa ed elaborazione delle immagini astronomiche, in modo da poter riprendere durante la visita in Osservatorio delle immagini di campi stellari (purtroppo questa seconda parte non è stato possibile effettuarla a causa delle avverse condizioni atmosferiche).

Si è rapidissimamente introdotta la fisica che sta alla base del Charge Cupled Device (CCD) e che è la medesima di quella alla base della fotografia digitale; si sono delineate le caratteristiche salienti di un piccolo CCD ad uso astronomico (i prezzi sono ormai contenuti e abordabili anche da un istituto scolastico);

si sono descritti i vari formati di immagini, da quelli più noti (JPG, PNG e BMP) fino ad arrivare allo standard astronomico FITS; infine, si sono introdotti i principi dell'elaborazione di un'immagine astronomica facendo attenzione a sottolineare che grazie a varie risorse disponibili sul WEB, come ad esempio repository di immagini ottenuti con strumentazioni anche professionali, si possono recuperare immagini da utilizzare per laboratori in classe, anche senza essere dotati di telescopi.

Le Stelle. Nucleosintesi ed evoluzione stellare. (Docente: L. Zangrilli INAF-OATo)

Si è introdotto il concetto di magnitudine e successivamente il diagramma Colore-Magnitudine delle stelle, anche noto come diagramma di Hertzsprung Russell (HR)

Tenendo ben presente il diagramma HR si è sviluppata una sintetica traccia di astrofisica stellare dalla relazione massa-luminosità fino a giungere all'evoluzione di una stella e le sue fasi finali.

Attività di Laboratorio n 5. Ricaviamo la legge di Hubble (Docente: S. Romaniello INFINI.TO).

L'obiettivo principale dell'incontro è stato quello di fornire gli strumenti per comprendere, in modo pratico e immediato che cosa siano: il redshift (e quali informazioni ci fornisce nello studio dell'Universo) e la legge di Hubble (e quali informazioni ci fornisce e il metodo di classificazione delle galassie). E' stato affrontato inoltre il concetto di misura della costante di Hubble e di incertezza nella sua misura su un numero di 20 galassie.

Cosmologia e formazione delle galassie. Il big bang e l'Universo in espansione. Soluzioni cosmologiche delle Equazioni di Einstein. Materia ed Energia Oscura. Come si formano le strutture a larga scala (Docente: A. Curir, INAF-OATo)

La Cosmologia è una parte peculiare dell'astrofisica, in quanto il suo oggetto

di studio è unico: tutto il nostro Universo. Questo fatto fa sì che essa sia una scienza alquanto speculativa: l'esperimento cruciale nel senso galileiano è difficile da ottenere. Inoltre la maggior parte della materia e dell'energia che permeano il nostro Universo sono di natura sconosciuta, eppure si è dedotta la loro esistenza attraverso le leggi della gravitazione e il modello di Universo attualmente disponibili. Questa situazione quasi paradossale rende la Cosmologia una scienza 'di frontiera': vale a dire che i cosmologi lavorano ai limiti della fisica e dell'astrofisica consolidate.

L'intento della lezione è stato quello di trasmettere la percezione di come gli astrofisici si possano spingere sino a questi limiti: con i loro modelli cosmologici e con le osservazioni che vanno sempre più a fondo dell'Universo lontano nel tempo (i satelliti COBE , Wmap, Planck) ad osservare la formazione delle strutture primordiali che poi daranno origine alla struttura a grande scala formata dalle galassie e dagli ammassi di galassie. Lo sforzo è stato di fare comprendere come anche su questa frontiera l'interazione tra il modello (che, come disse Einstein, è creato con la libertà dell'intelletto) ed il vincolo dato dalle osservazioni sia fondamentale.

Attività di Laboratorio n 6. Uso di Aladin, (Docente: E. Monge, INFINITO).

In questa attività di laboratorio si è proposto l'utilizzo di un software specifico per la manipolazione di dati e immagini astronomiche: Aladin. Aladin è uno dei software legati al Virtual Observatory, ovvero cataloghi di oggetti e misure di quantità di interesse astrofisico raccolti in grandi banche dati, disponibili sul web per utilizzo sia professionale sia didattico. Si tratta di strumenti informatici per consultare, interrogare e raccogliere dei dati con una interfaccia semplificata per utilizzo didattico. L'esercizio proposto è stato individuato tra i moduli didattici sviluppati dall'Osservatorio Astrofisico di Trieste nell'ambito del progetto europeo AIDA WP5 e si concentra sul moto proprio della stella di Barnard.

Gli obiettivi generali sono: misurare il moto proprio della stella di Barnard, calcolarne la distanza e la velocità. Gli unici strumenti necessari sono un calcolatore e il software Aladin. Gli obiettivi scientifico-disciplinari rispetto al curriculum sono legati alle misure di posizione, tempo, velocità, dimensioni angolari con le opportune unità di misura, alle coordinate celesti e ai metodi geometrici per il calcolo delle distanze. I vantaggi didattici di questo laboratorio vanno dalla possibilità di manipolare concretamente dati e immagini reali all'utilizzo di strumenti multimediali e informatici, con la possibilità di realizzare numerosi collegamenti ed estensioni ad altri aspetti curricolari.

7° e 8° Modulo : visita al Planetario e all'Osservatorio

Per concludere è stato organizzato un momento di incontro tra insegnanti e allievi.

Trattandosi, infatti, di un corso quasi tutto on-line era importante ricondursi da uno spazio virtuale ad uno reale. Ciò è stato realizzato con una mezza

giornata di corso che si è svolto nel comprensorio Planetario – Osservatorio Astrofisico di Torino

Nella prima parte gli insegnanti hanno avuto occasione di visitare il Museo dell'Astronomia e dello Spazio (INFINI.TO) e di assistere ad una proiezione nella cupola del planetario digitale.

Durante la seconda parte si è provato ad osservare il cielo con i telescopi e a riprendere delle immagini astronomiche con un CCD. Purtroppo, avversità meteorologiche (la serata nuvolosa con deboli piogge) hanno permesso solo l'osservazione strumentale della Luna. Gli insegnanti sono stati quindi accompagnati nelle cupole dove sono stati descritti gli aspetti tecnologici dei telescopi.

Durante l'intervallo tra i due momenti, si è organizzato un piccolo incontro conviviale (aperitivo) per avere l'opportunità di conoscere gli insegnanti in un ambiente informale. Questo momento di aggregazione e confronto è stato importante per consolidare i rapporti con i docenti-docenti e ricercatori-docenti.

CURRICULA DEI DOCENTI

Il corso è stato pensato come strumento di contatto tra gli insegnanti e il mondo della ricerca astronomica e astrofisica. I curricula dei docenti sono stati anche un modo per presentarsi:

Lucia ABBO

Ricercatrice del gruppo di fisica solare presso l'INAF-Osservatorio Astrofisico di Torino dal 2007. I suoi interessi scientifici riguardano principalmente lo studio dell'atmosfera solare ed in particolare del vento solare tramite l'analisi spettroscopica di dati provenienti da diverse sonde spaziali (quali SOHO, HINODE, SDO). Nell'ambito della divulgazione scientifica, ha tenuto diverse conferenze pubbliche, alcune direttamente in scuole secondarie e ha coordinato il Progetto didattico "Students around the world through IHY" che ha coinvolto più di 20 Istituti Scolastici in Piemonte e Liguria.

Alberto CELLINO

Primo Ricercatore dell'INAF-Osservatorio astrofisico di Torino, presidente della 15 Commissione dell'International Astronomical Union, specialista di proprietà fisiche degli asteroidi, autore di più di 120 pubblicazioni peer-reviewed.

Alberto CORA

Appassionato di astronomia fin da giovanissima età scrive articoli di divulgazione dal 1983. Lavora dal 1989 presso l'Osservatorio Astrofisico di Torino, dove all'inizio collabora alla realizzazione di strumentazione per telescopi e successivamente approda al locale gruppo di Fisica solare. Dal 2010 segue il settore della Didattica e Divulgazione dell'Osservatorio Astrofisico di Torino.

Anna CURIR

Dal 1979 lavora come Astronomo presso l'Osservatorio Astrofisico di Torino. Trascorre il 1982 presso il Dipartimento di Astrofisica dell'Università di Oxford, su invito del prof. Dennis Sciama. Durante tale anno è anche visitor del Queen Mary College di Londra. Nel 1998 riceve la Menzione Onorevole della Gravity Research Foundation. E' membro della International Society on General Relativity, dell'International Astronomical Union e Senior Member del Linacre College di Oxford.

Walter FERRERI

Svolge la sua attività professionale presso l'Osservatorio Astrofisico di Torino, dove attualmente è uno dei due responsabili dell'attività didattica e divulgativa. Nell'attività di ricerca si è occupato di asteroidi, stelle doppie, stelle variabili comete e Plutone. Dopo aver scoperto circa 40 asteroidi è stato dato il suo nome al pianetino 3308 (1981 EP)

Davide LOREGGIA

Laureato in Fisica con una tesi sui modelli teorici per l'interferometro FGS a bordo del telescopio spaziale Hubble, presta servizio in OATo dal 1998, prima come funzionario tecnico e successivamente come Tecnologo. Si occupa di progettazione e analisi di strumentazione per l'astronomia sia da terra che dallo spazio. Ha lavorato a diversi progetti per l'ESO – European Southern Observatory, l'osservatorio astronomico europeo con sede a Garching, Monaco di Baviera, in particolare per la realizzazione di strumentazione utilizzata dal VLTI. Fa parte del consorzio europeo per lo studio e per l'analisi dei dati della missione GAIA dell'ESA – Agenzia Spaziale Europea. Collabora con l'Università del Piemonte Orientale per lo sviluppo di software per l'analisi dei dati del programma COSMO-SkyMed dell'Agenzia Spaziale Italiana.

Roberto MORBIDELLI

dal 1981 è nel Gruppo di Astrometria dell'Osservatorio Astrofisico di Torino. Ha il ruolo di Funzionario Tecnico Scientifico. E' Scientific Operation Manager per il Data Processing Center Italiano del satellite astrometrico GAIA (ESA). E' membro nelle commissioni IAU: I/8 e IV/26. Ha iniziato partecipando a campagne osservative per la determinazione di parallassi stellari ed orbite di stelle doppie visuali (anni '80). Ha partecipato alle attività della missione spaziale Hipparcos (anni '80-'90). Ha collaborato alla realizzazione del catalogo GSCII. Si occupa di archivi astronomici e banche dati. Svolge, occasionalmente, attività di divulgazione.

Eleonora MONGE

si è laureata in Astronomia presso l'Università degli Studi di Bologna. Dopo un Master in comunicazione scientifica ha insegnato per alcuni anni Fisica e

Matematica nella scuola secondaria di primo e secondo grado. Dal 2006 si occupa di progettazione e realizzazione di attività educative per le scuole e dal 2008 è responsabile della sezione didattica di Infini.to – Museo dell’astronomia e Planetario.

Simona ROMANIELLO

Laureata in Fisica con indirizzo Astrofisica e Fisica dello Spazio presso l’Università statale di Milano. Dopo aver conseguito il diploma di Master in Comunicazione della Scienza ha lavorato per tre anni presso il Public Outreach & Education Office dell’Osservatorio Astronomico di Brera a Milano. Dal 2008 è Responsabile Scientifico di Infini.to – Museo dell’Astronomia e dello Spazio e Planetario digitale di Torino. Ha collaborato per diverse case editrici quali Paravia, De Agostini e Ghisetti & Corvi per la realizzazione di materiale didattico e multimediale. E’ coautrice del libro “Occhio alle Stelle” (Blu edizioni 2010) e autrice dello spettacolo teatrale “Istantanee Cosmiche” presentato al premio Co_Scienze 2010 della città della Scienza di Napoli.

Luca ZANGRILLI

Laureato in Astronomia nel 1993, consegue il Ph.D all’Università di Padova nel 1998. E’ tecnologo presso l’istituto Nazionale di Astrofisica Osservatorio Astrofisico di Torino dal 2001. Negli ultimi anni ha svolto studi di spettroscopia della corona solare con SOHO/UVCS e di polarimetria. Insegna Ottica Visuale e Storia degli Strumenti Ottici per il corso di laurea in Ottica e Optometria dell’Università di Torino.

DOCENTI DI RIFERIMENTO

I tre istituti-pilota sul territorio sono stati seguiti rispettivamente da un docente designato quale punto di riferimento locale. Oltre ad avere il compito di raccogliere le firme dei docenti/studenti presenti, ciascuno di essi ha provveduto alla logistica delle aule, ha curato i rapporti tra gli organizzatori del corso e le classi remote e si è occupato dei contatti con l’Università che aveva l’incarico di analizzare come procedeva lo sviluppo del progetto sotto il profilo didattico.

I docenti di riferimento sono stati:

- Prof.ssa Emilia Carli al Liceo Scientifico Statale E. Fermi Arona (NO)
- Prof.ssa Mirella Rossino al Liceo Scientifico Statale “Alessandro Volta” Torino (TO)
- Prof. Paolo Gallizio al IIS “Giancarlo Vallauri” Fossano (CN) (30 posti)
- Dott.ssa Tullia Carriero e Dott.ssa Annalisa Deliperi all’Osservatorio

Liceo Scientifico “Enrico Fermi” (Emilia Carli)

L'idea di un corso fatto in teleconferenza è sembrata buona: consente di risparmiare tempo e denaro e di parlarsi tra vari istituti, oltre che con l'Osservatorio (se tutto funziona!!!).

Forse il corso sarebbe stato più partecipato (soprattutto da parte dell'Istituto Fermi) se si fosse svolto in un momento meno congestionato per la scuola, magari gennaio- febbraio sarebbero stati più indicati.

Alcuni interventi, in particolare quello di Luca Zangrilli e quello di Lucia Abbo sono stati molto efficaci e chiari. Bello e da copiare anche il piroeliometro di Eleonora Monge. Molto interessante anche l'esercitazione proposta da Simona Romaniello sulla costante di Hubble. Anzi, sarebbe davvero utile se si potessero avere via mail le informazioni necessarie per ripeterla in classe.

E' stato difficile, invece, seguire Stellarium e Aladin, perché sarebbe stato più efficace se i docenti-allievi fossero stati guidati passo passo con il computer di fronte (come si è cercato di fare con le colleghe nell'ultima lezione).

Relativamente agli aspetti strettamente tecnici si sono registrati problemi con l'audio in un paio di occasioni; magari era solo un problema dell'Istituto “Fermi”.

Per l'anno prossimo, come già detto di persona, si propone di svolgere una lezione anche nel medesimo istituto.

In particolare si potrebbe preparare un intervento sulla costruzione di strumenti per l'astronomia, come quelli che sono stati portati in mostra a Torino durante alcune manifestazioni passate, oppure una relazione sulle osservazioni del Sole al Coronado.

Osservatorio Astrofisico di Torino (A. Deliperi)

Sono stati curati l'organizzazione degli eventi collaterali al corso e tutti gli aspetti della comunicazione relativa al progetto CIELO@SCUOLA.

Durante l'organizzazione e il successivo svolgimento dei singoli moduli è stata data assistenza ai docenti, sia rispondendo ai quesiti posti sull'argomento delle lezioni, sia fornendo informazioni tramite posta elettronica su esigenze di carattere logistico. A causa di eventi meteorologici che hanno causato la momentanea interruzione di collegamento dell'aula dell'istituto Volta di Torino, si è gestita la comunicazione di avvisi ai vari studenti via sms, invitandoli a seguire la lezione presso la sede dell'Osservatorio Astrofisico di Pino Torinese.

AUTOVALUTAZIONE

Considerate le novità introdotte nella realizzazione del corso è sembrato interessante sviluppare una prima valutazione a caldo dei risultati complessivamente raggiunti; essa viene riportata in questo paragrafo.

Il compito della valutazione è stato affidato ai colleghi dell'Università, a motivo anche della loro maggiore esperienza in campo didattico.

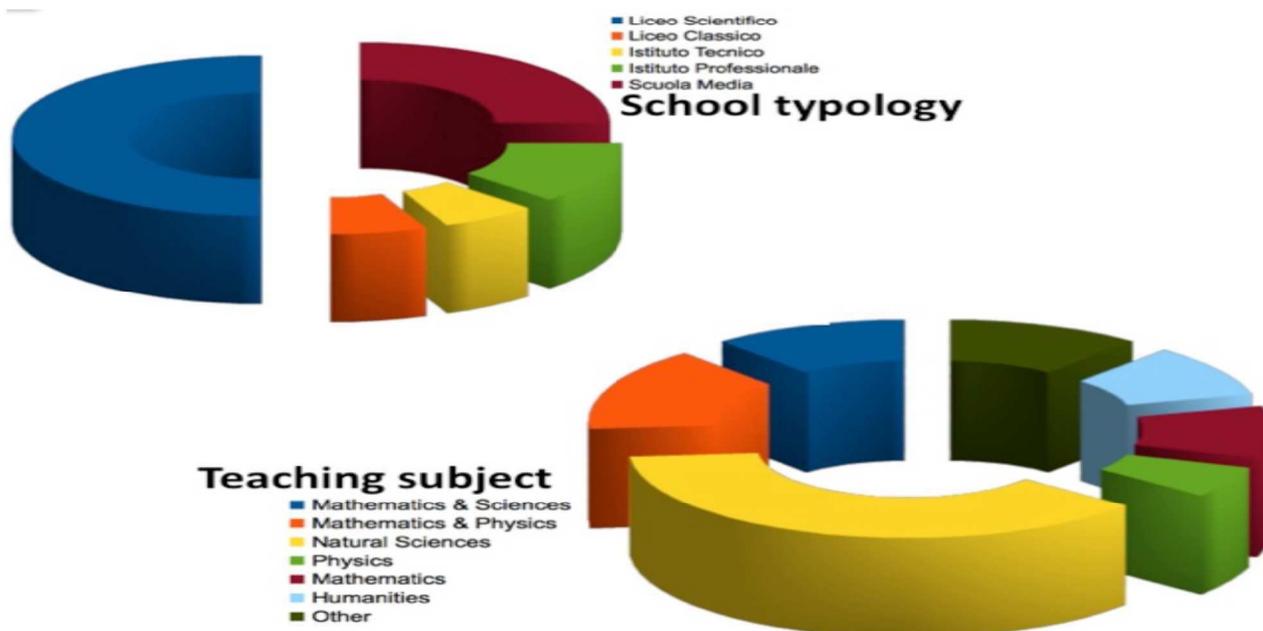


Fig.5 Caratteristiche del corpo studentesco, Istituto di provenienza e materia di insegnamento.

Ai partecipanti al corso (definiti Gruppo Studenti (GS)) è stato richiesto di rispondere, prima del corso, a un questionario a scelta multipla (vedi allegato C). Il questionario proponeva, per ognuno degli argomenti più significativi previsti dal progetto, una domanda proposta dal docente del relativo modulo; ad ogni docente infatti era stato richiesto di individuare un argomento, di un certo spessore formativo, che pensava poi in ogni caso di sviluppare nel corso del suo intervento didattico.

Pur non essendo prevista una selezione iniziale in base al risultato del questionario, 7 studenti su 36 hanno preferito non rispondere. Trattandosi di una prima iniziativa di corso di formazione on-line in ambito astronomico/astrofisico proposta dalla nostra sede, si è preferito non rendere strettamente obbligatoria la risposta al test per evitare possibili 'fughe' di docenti interessati, ma non completamente sicuri di sé. Si può ipotizzare che nella scelta di non rispondere i futuri corsisti siano stati guidati dal timore di dare una risposta errata su argomenti che in ogni caso, come docenti della scuola superiore, fanno parte del programma di insegnamento e che quindi si poteva prevedere facessero parte delle loro conoscenze. In realtà la preparazione generica degli insegnanti in ambito astrofisico è spesso lasciata alla libera iniziativa dei docenti stessi e non istituzionalizzata in modo obbligatorio nel percorso universitario torinese.

Le domande del pre-test sono state poi proposte ad un gruppo di controllo (GC) di 43 allievi del primo anno di Fisica.

Si può presupporre che il gruppo GS fosse costituito da insegnanti

particolarmente interessati e motivati e che la loro preparazione in campo astronomico e astrofisico fosse quindi superiore alla norma; non stupisce quindi che abbiano dato risposte più corrette, soprattutto sull'astrometria e i corpi minori del sistema solare, rispetto al GC. Risultano invece risposte meno precise su tematiche cosmologiche, che probabilmente hanno appassionato vari studenti del GC, ora matricole, durante l'ultimo anno di scuola superiore, rafforzandone le conoscenze nel campo.

Il test a scelta multipla proposto dopo il corso (vedi allegato D) è stato nuovamente preparato dai docenti dei rispettivi moduli con l'intento di verificare l'apprendimento di quanto da essi stessi presentato durante le lezioni. Al GC il questionario post-test è stato presentato invece contemporaneamente al questionario pre-test, non avendo questi studenti nessun input destinato a migliorare la loro conoscenza sugli argomenti specifici.

L'idea iniziale, non ancora sufficientemente ben sviluppata durante questa prima esperienza, era di avere, per ogni argomento proposto, due domande concettualmente simili, ma diverse per formulazione, con l'obiettivo di verificare se le lezioni avessero permesso la correzione delle nozioni inesatte e/o avessero aiutato a colmare lacune nel precedente patrimonio culturale specifico dei corsisti. In realtà il raggiungimento di questo obiettivo non può essere del tutto valutato perché al GC le domande 'parallele' del pre-test e del post-test non sono risultate di uguale difficoltà (le percentuali di risposte esatte risultano in alcuni casi molto diverse); ad esempio la domanda dell'ambito 'corpi minori del sistema solare' proposta nel post-test è risultata molto nozionistica e strettamente legata al fatto di aver sentito la risposta giusta durante la lezione.

Il test post-corso prevedeva nuovamente una domanda per ciascuno dei moduli trattati; nonostante l'anticipata non completa validità di quanto operato, l'analisi delle risposte ha messo in evidenza che il gruppo GS ha in generale aumentato la sua superiorità rispetto al gruppo di controllo GC. Si ritiene che questo risultato sia da attribuire anche alla frequentazione del corso medesimo.

Entrambi i gruppi, GS e GC, sia prima che dopo l'iter formativo, mostrano il Sole come l'argomento meno conosciuto.

Ogni laboratorio multimediale ha avuto un referente locale. Abbiamo chiesto a ciascuno di loro di dare informazioni e suggerimenti dopo questa esperienza.

In particolare, i punti di forza emersi sono:

- 1) il corso può essere frequentato da remoto permettendo così la partecipazione degli insegnanti che vivono fuori Torino. Questi ultimi si sono entusiasmatisi per questa possibilità e hanno partecipato al corso con interesse e continuità;
- 2) il materiale didattico: la lezione registrata può essere utilizzata anche dopo il corso;
- 3) i laboratori: molto interessanti, con suggerimenti adatti all'uso didattico.

I punti deboli:

- 1) la bassa interazione tra i partecipanti;
- 2) le lezioni troppo concettuali;
- 3) i problemi tecnici con l'audio;
- 4) la non omogenea conoscenza delle tecnologie ICT dei partecipanti.

Le indicazioni pervenute per la nuova edizione del corso sono:

- 1) ogni partecipante deve avere cuffie e microfono personali;
- 2) la postazione di lavoro deve essere individuale per non dover seguire la lezione proiettata su uno schermo;
- 3) è auspicabile un numero maggiore di laboratori multimediali dislocati sul territorio piemontese in modo da aumentare il numero di sedi (e di insegnanti) coinvolgibili nel progetto.

In ogni caso il riscontro è stato positivo ed incoraggia a riproporre il corso il prossimo anno scolastico e pensare a ulteriori nuove iniziative.

ASPETTI AMMINISTRATIVI-FINANZIARI DI UN PROGETTO SCIENTIFICO (T.Gamba)

Ogni finanziamento ha delle caratteristiche ben precise che sono la finalità, l'importo, le tipologie di spesa ammissibili e la scadenza; molto spesso tali parametri si traducono per chi è chiamato all'esecuzione del progetto in una sorta di limitazione al raggiungimento degli obiettivi previsti. La fase della gestione di un progetto deve affrontare a livello amministrativo-finanziario una serie di controlli da cui possono derivare delle difficoltà a livello pratico-gestionale; tali controlli possono essere così sintetizzati:

1. ammissibilità/conformità/regolarità delle spese rispetto agli adempimenti giuridico-amministrativo-fiscali e alla normativa corrente;
2. adeguatezza delle spese in riferimento alle previsioni;
3. rendicontazione.

Nell'ambito del progetto **CIELO@SCUOLA** tali aspetti hanno comportato dei cambiamenti nella tipologia delle spese e nei tempi di realizzazione.

Le prime difficoltà incontrate dal progetto sono state determinate dalla differenza di situazioni esistenti o previste al momento della richiesta del finanziamento rispetto a quelle della realizzazione: la realtà di alcuni partner è mutata, resa più difficoltosa dal particolare momento economico.

L'applicazione della normativa corrente e i relativi adempimenti richiesti inoltre, hanno comportato modifiche nelle scelte di acquisto e allungamento dei tempi .

L'attuazione tecnica del progetto nel suo sviluppo ha comportato tempi non previsti a livello iniziale e modifiche che hanno determinato la necessità di interazioni ripetute con l'Ente finanziatore per cercare di trovare soluzioni-compromesso che permettessero il rispetto delle previsioni, formalmente approvate e la cui verifica si deve ritrovare nella rendicontazione contabile finale e nel raggiungimento degli obiettivi. Questo ha comportato la necessità di ottenere più volte pareri e autorizzazioni.

CONCLUSIONI

Il progetto si è concluso formalmente il 31 Luglio di quest'anno e lascia in eredità all'Osservatorio Astrofisico di Torino e al Planetario le infrastrutture ICT ed il portale cieloascuola.oato.inaf.it, che è diventato il portale di didattica astronomica e astrofisica dell'Osservatorio.

Si vuole proseguire la sperimentazione ICT con la piena integrazione del s/W BigBluButton con LIM e capacità di video-conferencing, anche nell'ottica di ripetere l'esperienza del corso di aggiornamento nei prossimi anni.

Grazie all'esperienza maturata, il progetto ha creato dei legami tra mondo della ricerca e mondo degli insegnanti e, questa, è l'eredità più preziosa.



INTEGRATED SYSTEM FOR THE DISSEMINATION OF THE ASTRONOMICAL AND ASTROPHYSICAL KNOWLEDGE

A.Cora¹, D.Marocchi², S.Giordano¹, S.Rasetti¹, E.Monge³ and G.L.Matteucci⁴

¹INAF-Osser.Astr. Di Torino, ²Dip. di Fisica Generale - Università di Torino, ³Infini.to, ⁴CSP - innovazione nelle ICT

ABSTRACT

The fast growing World Wide Web has rapidly transformed everyday life. Innovations such as e-commerce, blogging, downloading and open-source software have forced institutions to adopt completely new ways of teaching. The "integrated system for the dissemination of the astronomical and astrophysical knowledge" is a project developed by INAF-Astronomical Observatory of Torino, Infini.to Planetarium of Torino and Museum of Astronomy and Space, University of Torino, and CSP - innovazione nelle ICT. The aim of this project is to support high-school science teachers with innovative WEB tools and interactive remote courses, to increase in students and their teachers the interest in astronomy and astrophysics. In this paper we present the concepts, the status of the project and the features that will be implemented on the dedicated WEB platform.

INTRODUCTION

Since the fast growing World Wide Web has rapidly transformed everyday life, institutions had to adopt new ways of thinking, working, doing business and, last but not least, teaching. Furthermore, an important aspect of socio-cultural and pedagogical theory is the believe that all human actions are mediated by tools.

Our project is an attempt to orchestrate different tools into a collaborative learning framework with ubiquitous computing technology to realize an Astronomy and Astrophysics course for science teachers.

The "integrated system for the dissemination of the astronomical and astrophysical knowledge" involves institutes with different expertise, the INAF-Astronomical Observatory of Torino (science), the INAF-Astronomical Observatory of Torino (science), the University of Torino (science, teaching and education) Infini.to (science and communication) and CSP - innovazione nelle ICT (web technology development). The aim of this project is to support high-school science teachers with innovative WEB tools and interactive remote courses, to increase in students and their teachers the interest in astronomy and astrophysics.

INTERACTIVE WHITEBOARD (IWB)

The Italian government has recently spent 20 million Euro to purchase IWBs (MIUR 2008) for primary and secondary schools. This technology was promoted by the Italian government thanks to its capability to directly support the interactive teaching of whole class and achieve the educational European skill level (MPI 2006).

Nowadays, nearly all the Italian schools are equipped with IWBs.

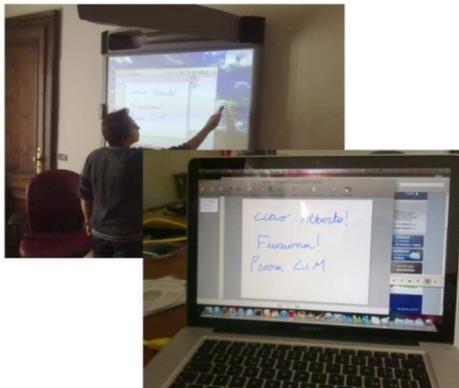


Fig.1 : The Astronomical Observatory of Torino, is equipped since 2005 with an IWB.

However, it has been noticed that IWBs are not always used interactively, but teachers and researchers often use them just as video projector to strengthen their presentations.

This was also happening in our Observatory at the beginning of 2011. As first step of the project, we have implemented hardware and software to use the IWBs interactively.

Three high schools are involved in the project:

- Liceo Scientifico Statale E. Fermi - Arona (NO)
- Liceo Scientifico Statale "Alessandro Volta" - Torino (TO)
- IIS "Giancarlo Vallauri" - Via S. Michele 68 - Fossano (CN)

These schools are fully equipped with IWBs facilities and they will host the teachers (from these and other schools) who will take part to the on-line courses.

E-LEARNING WEB PLATFORM

The project foresees also to develop a WEB site focused not only on the distribution of documents and teaching materials, but also open for different purposes, such as the production of internet-based courses.

The platform will be developed using open source resources, with a LAMP¹ Web Server and it will adopt MOODLE² as Learning Management System (LMS).

¹ LAMP: Linux, Apache 2, MySQL 5 e PHP 5

² MOODLE: Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment

We will distinguish among 3 kinds of WEB site users (see Fig.2):

- Qualified contributors (they will be able to publish news, documents, activate and teach courses),
- Teachers (registered users that will have access to the on-line courses, forum and the whole WEB pages),
- Web users (they will access information, document and public pages).

ON-LINE COURSES

Astronomy and Astrophysics are the ideal vehicle for handling a large number of topics related to various scientific disciplines as Physics, Mathematics, Sciences of the Earth, Geography, and Chemistry. All these topics are included into reform of the Italian educational system (L. 133 August 6, 2008). Most likely we will be able to deliver the first on-line course for teachers in autumn 2011- winter 2012.

In our observatory we do not have much teaching and pedagogical experience, thus we collaborate with university personnel who oversees the courses, the documents and the entire plan of our project.

A certificate of completion of the course will be provided to all participants.

WEBSITE USERS-RESOURCES ACCESS POLICY

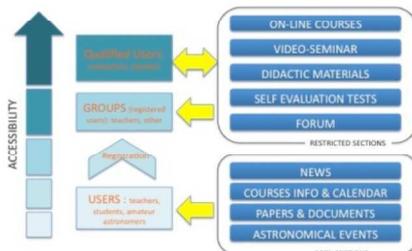


Fig.2 : WEB site will be realized thinking to 3 different users.

LABORATORY

The on-line course will be completed with laboratory activities. Infini.to Planetarium of Torino and Museum of Astronomy and Space will realize these on-line living labs.

The original idea was to equip one of our telescopes with facilities to introduce the science teachers who follow the on-line courses to laboratory activities. Unfortunately, not enough funding was allocated for this purpose. We anyway plan to install an Astronomy and Astrophysics laboratory with spectroscopy facilities in one of our telescopes.

CONCLUSIONS

The project is affected, as the Italian educational system, universities, and scientific activity by the reduced funding provided by the government. However, since our primary goal for this year is to develop hardware and software to provide up-to-date educational on-line courses for science teacher, this goal will be achievable. For the future, the system will allow continuous on-line professional education courses and training for teachers and educators.

Acknowledgements

The project is supported by the Italian Ministero dell'Università e Ricerca Scientifica e Tecnologica (MIUR) with an economical contribution (L.6/2000).

REFERENCES

- Ministero dell'Università e Ricerca Scientifica e Tecnologica Official Notice October 2nd 2008: <http://www.istruzione.it/web/ministero/cs021008>
- Ministero della Pubblica Istruzione Official Notice September 11, 2006 : <http://archivio.pubblica.istruzione.it/ministro/comunicati/2006/110906.shtml>
- Regolamento recante "Revisione dell'assetto ordinamentale, organizzativo e didattico dei licei ai sensi dell'articolo 64, comma 4, del decreto legge 25 giugno 2008, n. 112, convertito dalla legge 6 agosto: 2008, n. 133": http://www.technikadellascuola.it/allegati/documenti/Riforma/schema_riordino_licei.pdf





ABSTRACT

The fast growing World Wide Web has rapidly transformed everyday life and it has forced institutions to adopt completely new ways of teaching.

CIELO@SCUOLA is an integrated system for the dissemination of astronomical and astrophysical knowledge, born from a project developed by INAF-Astronomical Observatory of Torino, Infini.to Planetarium of Torino and Museum of Astronomy and Space, the University of Torino, and CSP - innovazione nelle ICT. The aim of this project is to support high-school science teachers and in this way to increase the students interest in astronomy and astrophysics. The system adopted innovative WEB systems and tools to hold interactive remote courses and exchange experiences.

In this paper we present our activities and the first up-to-date educational on-line courses for science teacher held during winter-spring 2012, when about 50 teachers have followed the course in four different multimedia laboratories dislocated on the Piedmont territory.

INTRODUCTION

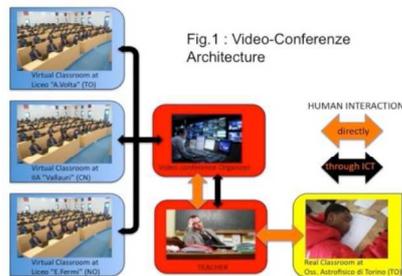
Since the fast growing World Wide Web has rapidly transformed everyday life, institutions had to adopt new ways of thinking, working, doing business and, last but not least, teaching. Some pedagogical theories assume that all human actions are mediated by tools. From this point of view, our project attempts to orchestrate different tools into a collaborative learning framework with ubiquitous computing technology to realize an Astronomy and Astrophysics course for science teachers. Three high schools are involved in the project:

- Liceo Scientifico Statale E. Fermi – Arona (NO)
- Liceo Scientifico Statale "Alessandro Volta" – Torino (TO)
- IIS "Giancarlo Vallauri" – Fossano (CN)

These schools, fully equipped with Information and Communication Technology (ICT) facilities, hosted the Virtual Classroom where teachers (from these and other schools) take part to the on-line courses. In addition to the three virtual classes, a real classroom was at the Observatory, not to leave the teacher standing alone during the lecture. In fact, it's important for the teachers using ICT framework to feel the presence of the students.

E-LEARNING WEB PLATFORM

The project started in March 2011, with the development of the needed ICT infrastructure at the Observatory. The site CIELO@SCUOLA (<http://cieloascuola.oato.inaf.it>) became operative during September 2011. The website focuses not only on the distribution of documents and teaching materials, but is also open for different purposes, such as the



production of internet-based courses. It was developed using open source resources, with a LAMP⁽¹⁾ Web Server and it uses WordPress as Content Management System (CMS). Furthermore we have also installed MOODLE⁽²⁾ as Learning Management System (LMS) and BigBlueButton as Web Conferencing System (WCS). Both Moodle and BigBlueButton, are under integration and testing process. Due to various problems, the on-line lessons were held using an other WCS: GoToMeeting. To avoid problems with the network's bandwidth, video-lessons could be followed only in the three virtual classrooms.

⁽¹⁾LAMP:Linux, Apache 2, MySQL 5 e PHP 5
⁽²⁾MOODLE: Modular Object-Oriented Dynamic Learning

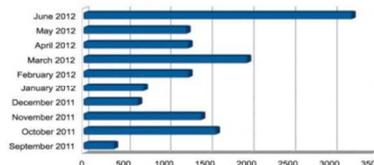


Fig.2 : Number of monthly access to the WEB site: [HTTP://CIELOASCUOLA.OATO.INAF.IT](http://CIELOASCUOLA.OATO.INAF.IT)

COMMUNICATION

During the project, it was critical organize communication initiative. We wanted to inform a pool of teachers about the course, so we used the official channels of communication, through the regional and provincial education offices. In addition, we organized a meeting to promote the course. Immediately after the development of the website, we held on November 21, 2011 at the Planetarium a conference with title: "CIELO@SCUOLA: notes for a virtual school of Astrophysics". The scope of the one-day meeting was to inform teachers about of the new WEB portal and about the on-line training course.

The news appeared on the site and communicated via e-mail to 1311 school of the 7 provinces of our region.

As a response to our invitation 58 teachers and colleagues, coming from 31 different institutions, registered and took part to the meeting. 28 participants registered for the autumn conference and will follow the training course during next Springer.

ON-LINE COURSES

Astronomy and Astrophysics are the ideal vehicle for handling a large number of topics related to various scientific disciplines as Physics, Mathematics, Sciences of the Earth, Geography, and Chemistry. All these topics are included into reform of the Italian educational system (L. 133 August 6, 2008). We are extremely happy that our course were attend also by teachers of humanistic disciplines (see fig. 3). We were able to deliver the first (almost entire on-line) course for teachers during the months in March April 2012. On a total of 16 teaching hours, only 4 hours were physically held at the Observatory/Planetarium.

EVALUATION

Participants were requested to answer a multiple-choice pre-test, with one question for each of the planned topics. Even though these are easy general questions, 7 students out of 36 didn't answer, possibly because they were afraid to give the wrong answer. The same questions were then proposed to a control group (CG) of 43 first year Physics students. The participants to the CIELO@SCUOLA course

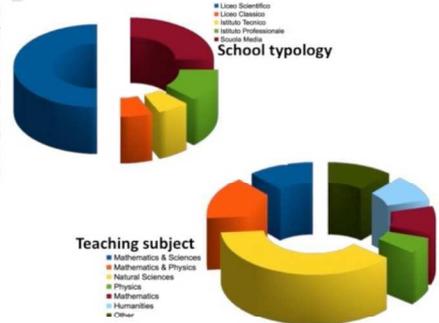


Fig.3 : School typology and teaching subject of the participants at course.

(SG) gave better answers especially on Astrometry and Small Bodies in the Solar System, but worse answers in Cosmology. We think that SG is made up of particularly interested teachers and that their qualification in Astronomy and Astrophysics is above normal. Also the test offered after the course (again a multiple-choice test, with one question for each of the planned topics) showed that SG are better prepared than CG: we think that it is result of attending the course.

For SG and CG, both pre- and post-test show that the Sun is the least-known topic. Every multimedia laboratory had a local referent. We asked him/her to give us same information and suggestions after this experience. In particular, the strong points are: 1) the course could be attended remotely: this allowed the participation of teachers living outside Torino. They were very happy for this possibility and took part in the course with high interest and fidelity; 2) didactic material: recorded lesson which could be used also after the course were available, 3) very interesting laboratories, with useful suggestion for didactic use. Some weakness points are: 1) low interaction between participants; 2) too conceptual lessons; 3) same technical problems with audio; 4) participants with not equal computer knowledge. Participants provided suggestions for the new version of the course: 1) every participant must have his/her own headphones and microphone; 2) individual workspace instead of lesson projected on a screen; 3) a larger number of multimedia laboratories dislocated on the Piedmont territory

CONCLUSIONS

The project is formally completed, it leave as heritage the ICT infrastructure. It's our intention to continue the development of the site, experimenting BigBlueButton as e-learning system integrated with the interactive white board in order to keep new on-line next year.

But without doubt it is in relationships with teachers the most important legacy. With some of them we have developed collaborations which continue in the years!

REFERENCES

- Cora A., Marocchi D., Giordano S., Rasetti S., Monge E., Matteucci G.L. (2011) - Integrated system for the dissemination of the astronomical and astrophysical knowledge, 55° Congresso SAI



ALLEGATO C: questionario d'ingresso

Gentili Docenti,

siamo a pochi giorni dall'inizio del corso e tutto il nostro staff sta mettendo a punto gli ultimi particolari affinché il percorso formativo proposto sia completo. Per questo motivo, vi chiediamo di rispondere ad alcune domande relative ai temi di cui ci occuperemo e ad altre più generali, legate al vostro impegno come docenti della scuola superiore e primaria.

Il questionario è anonimo. Potete compilarlo a casa nei prossimi giorni o al più tardi mercoledì 14 marzo, appena prima dell'inizio delle lezioni, consegnandolo all'insegnante di riferimento presso l'Istituto pilota dove seguirete le lezioni on-line.

La prima parte del questionario riguarda la vostra attività scolastica, mentre la seconda parte ci consentirà di valutare, sempre in maniera anonima, le vostre conoscenze sulle materie astronomiche e astrofisiche oggetto del corso.

Grazie per la collaborazione e buon corso!

1) Tipo e grado di scuola in cui insegno:

- Biennio liceo scientifico
- Triennio liceo scientifico
- Biennio liceo classico
- Triennio liceo classico
- Biennio istituto tecnico
- Triennio istituto tecnico
- Scuola media inferiore
- altro

2) Elencare quali argomenti di tipo astronomico/astrofisico ho avuto occasione di trattare con i miei studenti negli ultimi anni (fisica solare, planetologia, evoluzione stellare, big bang, ecc.)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....
.....
3) Per preparare questi argomenti ho dovuto:

- Approfondire in modo autonomo
- Fare riferimento a ciò che avevo studiato durante i corsi universitari

TEST

Si prega di indicare solo una risposta.

1. Quando inizia l'estate nell'emisfero boreale, il Sole transita allo zenit:

- a) alla latitudine di 45° nord
- b) al tropico del Cancro
- c) all'equatore
- d) al tropico del Capricorno

2. Cosa è una tempesta Solare?

- a) il sinonimo di vento solare
- b) una configurazione particolare di un gruppo di macchie solari
- c) un periodo particolarmente piovoso legato all'attività solare
- d) un disturbo della magnetosfera terrestre

3. Qual è l'età del Sistema Solare?

- a) 138,4 milioni di anni
- b) 1,5 miliardi di anni
- c) 4,6 miliardi di anni
- d) 6800 anni

4. Nel sistema Tolemaico le stelle sono descritte come:

- a) equidistanti tra loro
- b) equidistanti dal Sole
- c) equidistanti dalla Terra
- d) a distanze variabili

5. Quali sono le fonti da cui trae energia una stella?

- a) ossido riduzione
- b) reazioni chimiche
- c) campo magnetico su grande scala
- d) reazioni termonucleari ed energia gravitazionale

6. Che cos'è la materia oscura ?

- a) sono particelle di natura non nota che permeano tutto il nostro Universo
- b) la polvere contenuta delle galassie, che ne oscura in parte le immagini
- c) la materia che finisce nei buchi neri.
- d) una nuova disciplina scolastica

ALLEGATO D: questionario finale (mentre il questionario di ingresso è stato diffuso via mail, il questionario finale è stato posto alla compilazione sulla piattaforma cieloascuola).

TEST FINALE

Supponete di trovarvi a Torino il 1 ottobre. Come cambierà la posizione del Sole a mezzogiorno due settimane più tardi?

- a) Si sposterà verso nord
- b) si sposterà in una posizione più alta nel cielo
- c) si sposterà in una posizione più bassa sull'orizzonte
- d) si sposterà verso ovest

Cos'è un'eruzione di massa coronale?

- a) un disturbo della magnetosfera terrestre
- b) un'emissione di materia carica proveniente dal Sole
- c) un vento solare particolarmente veloce
- d) un fenomeno elio-sismico osservato in fotosfera

Quali sono le meteoriti più primitive?

- a) condrite ordinaria,
- b) condrite carbonacea,
- c) acondrite
- d) fulgurite

La stella Kochab ha una parallasse di 25.8 mas e la stella Pherkad ha una parallasse di 6.8 mas. (mas = microarcsecond). Si può ritenere vera la seguente affermazione:

- a) Pherkad è più lontana perché l'angolo di parallasse è più piccolo
- b) Kochab è più lontana perché l'angolo di parallasse è più grande
- c) Pherkad è più vicina perché l'angolo di parallasse è più piccolo
- d) Kochab è più vicina perché dista poco più di 6 anni luce

Le stelle nascono, vivono e muoiono seguendo destini diversi. Quale caratteristica di una stella determina principalmente la strada evolutiva seguita?

- a) posizione all'interno della galassia
- b) massa
- c) momento angolare
- d) composizione chimica

I modelli teoricamente possibili per il nostro Universo, deducibili come soluzioni delle equazioni di Einstein possono essere: Universo aperto o chiuso a seconda di

- a) asimmetria materia antimateria
- b) il contenuto di materia-energia totale racchiuso nell'Universo X
- c) l'energia dell'esplosione del Big Bang
- d) l'energia rotazionale delle Galassie