

## “Learning from Starlight - Progettare per comprendere”: *mobile learning* e tecnologie wireless per insegnare l’Astrofisica nelle Scuole

Serena Pastore <sup>(1)</sup> ([pastore@pd.astro.it](mailto:pastore@pd.astro.it)), Leopoldo Benacchio <sup>(1)</sup>, ([benacchio@pd.astro.it](mailto:benacchio@pd.astro.it)), Caterina Boccato <sup>(1)</sup> ([boccato@pd.astro.it](mailto:boccato@pd.astro.it)), Luca Nobili <sup>(1)</sup> ([nobili@pd.astro.it](mailto:nobili@pd.astro.it)), Elena Lazzaretto <sup>(1)</sup> ([lazzaretto@pd.astro.it](mailto:lazzaretto@pd.astro.it))

<sup>(1)</sup> INAF – Osservatorio Astronomico di Padova

**Aree tematiche:** La rete onnipresente e la sua infrastruttura, la comunità e i contenuti della rete

**Parole chiave:** tecnologie wireless, reti ad hoc, mobile and pervasive computing, m-learning

### Abstract:

Il progetto presentato dall’INAF- Osservatorio Astronomico di Padova selezionato dalla fondazione Hewlett Packard Philanthropy si propone di sperimentare tecnologie *wireless* nell’insegnamento e apprendimento dell’Astrofisica utilizzando dispositivi mobili di ultima generazione. Questo articolo descrive le fasi principali del progetto analizzando in particolare le soluzioni tecnologiche adottate basate su rete wireless ad hoc. Tale rete è stata inizialmente implementata in tre scuole scelte come test della sperimentazione, articolata sui tre gradi di istruzione (scuola elementare, media e superiori), per poi essere estesa in un contesto W-LAN. L’architettura pari (peer-to-peer) risultante dei nodi costituenti la rete è di tipo ibrido in quanto tutti i dispositivi mobili nella rete possono colloquiare fra loro, ma esiste comunque una configurazione client-server fra il *device* dell’insegnante e quelli degli studenti. L’utilizzo di tecnologie wireless e dispositivi mobili consente l’applicazione del paradigma di *ubiquitous* computing fornendo un modello di insegnamento che utilizza anche contenuti multimediali per svincolarsi, quando possibile, dai limiti strutturali imposti dalle strutture scolastiche.

### Introduzione

“Learning from Starlight - Progettare per comprendere”<sup>1</sup> presentato dall’INAF (Istituto Nazionale di Astrofisica) alla fondazione Hewlett Packard Philanthropy si propone di sperimentare l’insegnamento dell’Astrofisica, scienza la cui principale caratteristica è quella di essere basata sulla rilevazione dei diversi segnali elettromagnetici provenienti da tutti i corpi celesti. In seguito alla selezione di tale progetto fra vari partecipanti, la fondazione ha fornito una particolare dotazione informatica costituita da un ampio numero di dispositivi mobili necessari per la realizzazione di una “classe elettronica” dove sperimentare tecnologie *wireless* e sviluppare applicazioni di *mobile learning*. Nello specifico le apparecchiature informatiche donate consistono in un pacchetto di dispositivi necessari e sufficienti per l’uso in una generica classe di studenti con il proprio insegnante. Il pacchetto infatti consiste in 26 iPAQ Pocket PC wireless con memory card e 26 HP Tablet PC wireless oltre a 14 Tablet PC docking station con lettore/scrittore ottico DVD/CDRW per gli studenti ed una dotazione per insegnanti con due ulteriori Tablet PC e relativa docking station, due proiettori portatile HP, 2 stampanti a colori OfficeJet. Inoltre sono stati forniti quattro HP access point con scheda wireless per consentire l’ampliamento e la scalabilità dell’infrastruttura di rete senza fili e il suo eventuale collegamento ad una pre-esistente rete cablata.

I palmari come tutti i PDAs (Personal Digital Assistants) e i Tablet PC sono particolari computer altamente portabili, mobili e caratterizzati da una grande facilità d’uso soprattutto per gli studenti più piccoli essendo entrambi utilizzabili tramite uno stilo. Date le caratteristiche dell’equipaggiamento donato, si è potuto progettare una struttura informativa completa per un duplice scopo:

---

<sup>1</sup> Il progetto è stato originariamente presentato e selezionato con il nome di “*Learning the message from Starlight*”. In seguito è stato affiancato il titolo in italiano “Progettare per comprendere” con lo scopo di rispecchiare la metodologia didattica affrontata nel progetto ideata, curata e seguita da Angela Turrinchia del Planetario- Sezione Istruzione del Comune di Bologna e Maria Antonietta Carrozza del Liceo Scientifico “Fracastoro” di Verona.

- 1) fornire un ambiente intranet come quello scolastico per lo sviluppo di un modulo didattico da effettuare all'interno delle varie classi,
- 2) sperimentare un ambiente più esteso ampliando la rete locale tramite il collegamento ad un'infrastruttura di rete cablata pre-esistente più ampia e con accesso permanente alla rete internet (GARR) come quella presente presso l'INAF-Osservatorio Astronomico di Padova per sfruttare il collegamento a sorgenti informative più ampie.

Per poter valutare l'approccio a tali dispositivi da parte di studenti di varie età, sono state scelte tre classi appartenenti ai tre diversi gradi di istruzione: una IVa elementare [2], una seconda media [3], e una IV liceo scientifico tecnologico [4]. Avere a disposizione questi tre casi di studio permette di investigare sulle caratteristiche offerte dai dispositivi mobili, sulle capacità delle reti di comunicazioni mobili di essere veicoli di funzionalità didattiche e sul diverso approccio alle tecnologie informatiche nelle diverse fasi di età.

Le caratteristiche fisiche dei dispositivi disponibili insieme all'utilizzo della tecnologia wireless permettono di sperimentare tecnologie di tipo "*mobile learning*" nella realizzazione di un ambiente di *ubiquitous computing* [5]. I dispositivi mobili infatti consentono l'uso della potenza di calcolo dovunque e in qualsiasi momento, mentre le tecnologie *wireless* permettono la reciproca connettività dei dispositivi mobili in modo molto semplice. Il vantaggio dell'uso di infrastrutture senza fili in ambiente scolastico conduce ad un miglioramento della disponibilità e dell'accessibilità a reti informative. Inoltre offre a studenti e docenti la possibilità di svolgere attività in diverse locazioni fisiche che non siano limitate alla sola classe, supportando il lavoro di gruppo, migliorando la condivisione e la collaborazione fra i vari soggetti e permettendo di fruire maggiormente di contenuti multimediali (testi, immagini, video, animazioni, etc). Lo scopo finale del progetto è dunque verificare che oggi l'uso delle tecnologie senza fili e dei dispositivi mobili rappresenta un buon supporto per migliorare l'insegnamento e l'apprendimento dell'Astrofisica in particolare, ma anche delle altre discipline.

### **Requisiti del sistema informativo**

I requisiti del sistema informativo sono stati formulati in base alle esigenze didattiche degli insegnanti coinvolti nel progetto: in particolare era richiesto la

- possibilità di prendere appunti, registrare suoni, creare contenuti multimediali da condividere fra studenti;
- scambio di documenti ed informazioni fra gli studenti stessi per un lavoro di gruppo;
- interattività con l'insegnante che oltre a fornire i contenuti didattici e metodologici agli studenti deve poter controllare lo stato di apprendimento tramite ad esempio l'uso di test da fare on-line;
- disponibilità di schede didattiche accessibili facilmente e in qualsiasi momento.

In base a tali requisiti è stato necessario procedere alla progettazione di un'adeguata infrastruttura wireless di rete in grado di fornire condivisione di documenti multimediali, oltre che di stampanti, e di un apposito server web sia per l'accesso ai contenuti forniti dall'insegnante, sia per prevedere applicativi in grado di fornire l'interattività richiesta.

Avendo a che fare con strumenti altamente mobili, lo scenario proposto non può che basarsi su una connettività centralizzata ed organizzata, ed è stato progettato come un'applicazione delle reti mobili ad hoc. Questo particolare tipo di rete conosciuta anche come MANET (Mobile Ad hoc NETWORKS) [6] consiste in una collezione di utenti mobili che comunicano su bande vincolate a collegamenti wireless, ed è particolarmente adatta per implementazioni dove manchi un'infrastruttura di rete cablata. Dato che i nodi sono mobili, la topologia di rete cambia rapidamente e in un modo non predicibile. La rete è decentralizzata e tutte le attività di rete inclusa la scoperta della topologia e l'invio dei messaggi devono essere eseguite dai nodi stessi tramite ad esempio le funzionalità di routing incorporate negli stessi

nodi mobili. Le reti ad hoc, direttamente applicabili nell'ambito delle tecnologie wireless (Personal Area Network, Local Area Network, Wide Area Network), condividono le seguenti caratteristiche:

- 1) utilizzano una tecnologia di trasmissione prevalentemente senza fili (wireless);
- 2) sono *infrastructure-less* ovvero sono parzialmente o totalmente indipendenti da un'infrastruttura precedentemente costituita;
- 3) i nodi costituenti la rete sono altamente mobili e possono muoversi;
- 4) i nodi che si uniscono alla rete scoprono in modo automatico il loro ruolo all'interno della rete stessa (auto-configurazione);
- 5) i nodi sono eterogenei e possono essere costituiti da dispositivi con diversa capacità computazionale, risorse software o hardware che influiscono sulla creazione di una particolare topologia.

Oltre a questi requisiti, ove possibile, la possibilità di ricerca di informazioni nel web e la fruizione dei contenuti anche a casa.

### **Fasi del progetto.**

È stato seguito un diverso approccio all'implementazione delle tecnologie suddiviso in due fasi per soddisfare le richieste della progettazione<sup>2</sup> del un percorso didattico che è stato strutturato in una parte da far svolgere direttamente nelle varie classi da parte degli insegnanti coinvolti e in un'esperienza successiva da effettuare in osservatorio con il contributo di astronomi per poter vedere diversi metodi di ricerca astronomica. Le due fasi fanno dunque riferimento a due tipi di topologie di rete: in classe in seguito alla mancanza di un'adeguata infrastruttura e alle esigenze informative di nodi indipendenti si è progettata ed implementata una rete wireless intranet locale (WLAN). Tale rete è formata dai tabletPC e palmari, ma prevede l'uso:

- delle docking station per usufruire del lettore CD/DVD;
- del proiettore che può essere utilizzato come una "lavagna elettronica" per la visualizzazione di contenuti usufruibili dagli studenti;
- delle stampanti che vengono condivise in rete per essere utilizzate sia dai palmari che dai tablet.

Nella seconda fase dell'esperienza la stessa WLAN deve essere integrata con la pre-esistente rete ad alta velocità presente dell'osservatorio astronomico collegata in Internet tramite la rete GARR. In questo scenario infatti sono previste una serie di attività di ricerca di sorgenti dati astronomiche che richiedono necessariamente l'ausilio di tale strumento.

Il protocollo standard per le reti wireless IEEE 802.11 [7] incorpora un sistema di rete ad hoc e il sistema operativo Windows XP di cui sono dotati tutti i tablet (in una versione specifica per tali dispositivi) offre fra le sue funzionalità il supporto per lo standard 802.11b (tecnologia Wi-Fi). Si è quindi realizzata nella prima fase una rete wireless locale (WLAN) per ciascuna classe sfruttando le caratteristiche di tale sistema operativo e le funzionalità wireless offerte anche dai palmari. Pur essendo dotati anche di funzionalità per l'utilizzo delle altre tecnologie wireless quali Bluetooth e infrarossi (IrDA – Infrared Device Application), la scelta del wireless è stata dettata dalle caratteristiche inadeguate per una rete di dispositivi della tecnologia ad infrarossi (basse prestazioni e necessità che i dispositivi siano posizionati in visibilità reciproca LoS – line of sight), e da alcuni problemi riscontrati nell'utilizzo della tecnologia Bluetooth (limite imposto sul numero massimo dei dispositivi, maggior complessità nella configurazione ed uso di tale rete).

---

<sup>2</sup> La progettazione è stata eseguita da Angela Turricchia e Maria Antonietta Carrozza

## Implementazione della Rete wireless

La tecnologia wireless Wi-Fi (protocollo 802.11b) scelta utilizza la trasmissione radio ad ampio spettro impiegata per creare reti locali (LAN) wireless e collegamenti fra computer su architetture pari (Peer to Peer, P2P). Il raggio di copertura di una rete wireless può variare molto soprattutto in base a fattori ambientali; e mentre la velocità nominale dei dispositivi è di 11 Mbps, quella media di trasmissione si aggira sui 4/5Mbps. Infatti le reti Wi-Fi condividono anche il mezzo e dunque con più utenti simultanei ognuno ottiene solo parte della banda disponibile a seconda del tipo di applicazione: un trasferimento di file di testo o l'accesso a contenuti multimediali influiscono in modo diverso sull'efficienza di tale rete. In questi casi, la presenza di un apparato centrale di distribuzione del segnale (Access Point), che normalmente viene utilizzato per l'interfacciamento con una rete cablata, può permettere di creare delle LAN con maggiore banda che migliorino le prestazioni nel trasferimento files.

### - Rete ad hoc wireless locale

La rete creata per ciascuna classe come mostrato in figura 1 consiste dunque nella connessione wireless con tecnologia WiFi dei dispositivi mobili (tablets e PDAs) senza la presenza di punti di accesso centrali: ogni device condivide le informazioni e servizi disponibili ad ogni altro device.

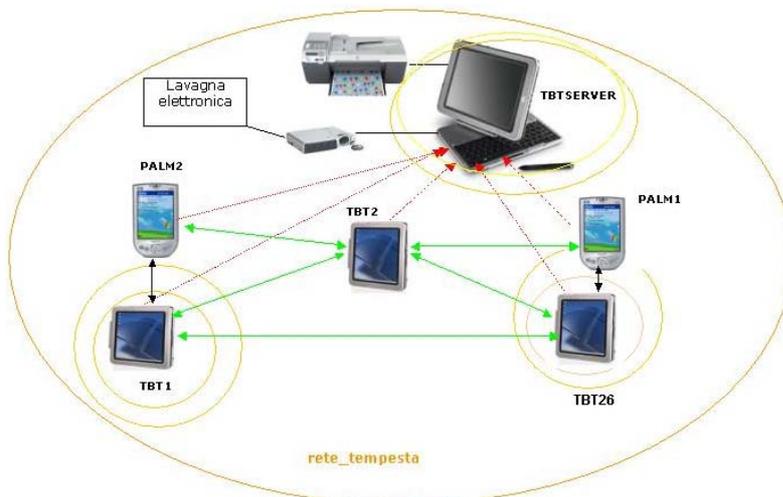


Figura 1: Architettura della rete wireless implementata in classe

In particolare sono stati condivisi spazi disco perché gli studenti possano lavorare in gruppo e scambiare l'elaborazione delle informazioni ottenute in vari metodi: appunti, registrazioni, creazioni di video, etc. Tale configurazione, definita anche come IBSS (Independent Basic Service Set), è stata realizzata tramite la creazione di un'opportuna rete senza fili ad-hoc settando uno specifico SSID (Service Set Identifier). Per la fase in classe, non è stata implementata alcun tipo di protezione, ma si è solo abilitata per ogni dispositivo la possibilità di condividere files e stampanti settando opportunamente le impostazioni del firewall presente in Windows XP SP2. La scelta di non applicare alcun tipo di sicurezza è legata al fatto che in classe la rete è una intranet totalmente isolata. L'architettura risultata è quindi di tipo pari (P2P) in quanto ogni nodo della rete è un'unità indipendente che scambia informazioni, ma è stata comunque prevista una configurazione client-server in particolare fra i dispositivi degli studenti e il computer dell'insegnante. Questo dispositivo infatti è stato equipaggiato con un server web necessario per poter condividere documenti e poter utilizzare strumenti per applicazioni interattive, quali test di valutazione dell'apprendimento.

Ogni dispositivo sia tablet che palmare viene identificato con un nome unico e per la configurazione della rete si è utilizzata la funzionalità dei sistemi operativi Windows sia dei tablet che dei palmari che consente l'individuazione automatica delle reti Wi-Fi presenti nelle vicinanze.

- *rete mista WLAN ed accesso internet tramite rete cablata*

Per l'accesso alla rete internet dell'osservatorio sono stati potenziati gli access point presenti per consentire sia il collegamento della rete WLAN intranet alla rete cablata esistente, sia per estendere la copertura wireless nei vari edifici costituenti la sede dell'istituto, evitando così possibili problemi di interferenza. In questa fase si è implementata una W-LAN essenzialmente di tablet per le attività che sono state proposte in un'aula informatica, mentre si è cercato di far utilizzare i palmari per la fruizione di contenuti multimediali in differenti posti fisici. Non è stato preso in considerazione invece l'aspetto importante della sicurezza, legato sia minacce di intercettazione (*eavesdropping*) a cui sono soggette le reti wireless, sia ad accessi non autorizzati, confidando sui limiti strutturali dell'edificio in cui è situato l'osservatorio (edificio antico con mura molto spesse). Ad oggi si è appena conclusa questa fase e in atto la fase finale di nuovo in classe.

### **Conclusioni**

Il tipo di rete implementata in classe si è rivelata adatta per uno studio collaborativo da parte degli studenti e un buon supporto per l'insegnamento. L'uso dei dispositivi informatici come strumento di lavoro quotidiano è stato particolarmente apprezzato dagli studenti. La rete progettata ha dimostrato la sua utilità ed efficacia pur evidenziando alcuni problemi di utilizzo soprattutto nell'uso da parte degli studenti più piccoli non abituati all'uso delle funzionalità di rete dei computer. Soprattutto nel trasferimento file da palmare a tablet via rete, il non utilizzo di metodologie di tipo "drag & drop" tipiche dei sistemi windows anche per connessioni di rete ha portato ad una difficoltà nell'uso di tali dispositivi ed a preferire l'uso dei tablet rispetto ai palmari. Attualmente si sta realizzando l'attività da svolgere nella seconda fase in osservatorio: si cerca di porre una particolare enfasi sulla mobilità e sullo sviluppo di applicazioni legate più nello specifico all'uso dei palmari per far comprendere l'utilità di tali dispositivi in un ambito più esteso come quello dell'm-learning dovendo però differenziare contenuti ed attività per i vari studenti.

### **Ringraziamenti**

Gli autori desiderano ringraziare la fondazione Hewlett Packard Philantrophy per la donazione delle apparecchiature informatiche, gli insegnanti Maria Antonietta Carrozza del Liceo Scientifico Fracastoro di Verona che insieme ad Angela Turricchia del Planetario-Settore Istruzione Comune di Bologna hanno progettato il percorso didattico e curato/eseguito il lavoro che si sta svolgendo nelle classi.

### **Bibliografia**

- [1] HP Philantropy <http://grants.hp.com/index.html>
- [2] IV Elementare Livio Tempesta, via Martelli, Bologna
- [3] II E Scuola Media Pepoli, Bologna
- [4] IV AT Liceo Scientifico G. Fracastoro, via Meschini 11, Verona
- [5] Mark Weiser, "The Computer for the Twenty-First Century," Scientific American, pp. 94-10, September 1991
- [6] Mobile Ad-hoc Networks (manet), <http://www.ietf.org/html.charters/manet-charter.html>
- [7] IEEE Standards Department. IEEE 802.11 standard for wireless LAN, medium access control (MAC) and physical layer (PHY) specifications, 1997

### **Breve biografia autori:**

Serena Pastore, Ingegnere Elettronico si occupa di system integration, network management e progettazione e sviluppo di applicazioni web server-oriented per INAF-Padova. Attualmente impegnata in progetti di porting in ambienti di grid computing di applicazioni astronomiche per accesso ai database.

Leopoldo Benacchio, Astronomo ordinario impegnato in progetti tecnologici per la diffusione e divulgazione e didattica dell'Astronomia. Attualmente responsabile dell'ufficio informazione di INAF.

Caterina Boccato, laureata in astronomia si occupa di outreach e divulgazione astronomica per INAF, ed è specializzata in web design e grafica.

Luca Nobili, laureato in Astronomia si occupa di diffusione e informazione astronomica attraverso Internet per conto dell'INAF- Padova. Fra i progetti seguiti " A Riveder le Stelle", primo sito di astronomia per non vedenti, e Urania ([www.pd.astro.it/urania](http://www.pd.astro.it/urania)), settimanale in streaming sulle novità e curiosità sul mondo dell'Astronomia e dell'Astronautica.

Elena Lazzaretto, laureata in Astronomia si occupa di divulgazione astronomica per INAF