



Università del Salento  
Dipartimento di Ingegneria dell'Innovazione  
Ph.D. dissertation in Information Engineering

**TECNOLOGIE INFORMATICHE NELLA  
DIDATTICA DELLE DISCIPLINE SCIENTIFICHE:  
ON LINE COMMUNITIES ED ATTIVITA'  
COLLABORATIVE SINCRONE  
(ING-INF-05)**

di  
Antonio Bernardo

Supervisor: Prof. Mario Alessandro Bochicchio

Coordinator of the Ph.D. program: Prof. Luciano Tarricone

Marzo 2009

## Capitolo 1: LE ICT NELLA FORMAZIONE

### 1.1 I modelli dell'elearning

Le attività di ricerca condotte durante il dottorato si collocano all'interno della didattica delle discipline scientifiche attraverso le nuove tecnologie informatiche, in particolar modo rientrano nel contesto della ricerca di arricchimento delle attuali forme di elearning.

Solitamente si fa risalire l'origine dell'elearning alle esperienze di formazione a distanza (FAD) che si sono sviluppate nel XIX e XX secolo. Si usa distinguere orientativamente nelle seguenti tipologie di formazione, a seconda degli strumenti tecnologici usati.

**FAD I.** La formazione a distanza di prima generazione si fonda su tecnologie di distribuzione dei contenuti: corsi per corrispondenza che si basano sul servizio postale, corsi audiovisivi su video tape o trasmissioni radio e televisive.

**FAD II.** La formazione a distanza di seconda generazione è quella in cui si utilizza il computer non solo per trasferire i contenuti ma anche per interagire con i contenuti. La tecnologia legata ai CD-ROM ha permesso, a partire dagli anni '80, di sviluppare contenuti multimediali interattivi particolarmente utili nell'addestramento all'uso del computer (CBT, *Computer Based Training*) ma anche di utilizzare il computer per apprendere discipline scolastiche e in particolare le lingue (CBL, *Computer Based Learning*). L'idea di base è quella di sostituire, per quanto possibile, l'insegnante con il computer.

**Elearning.** L'electronic learning è uno sviluppo dell'apprendimento a distanza e si basa essenzialmente su Internet. L'elearning di prima generazione, anche se nei fatti ha ripresentato strategie didattiche del tutto convenzionali, è stata proposta come tipo di formazione 'diversa' rispetto alle pratiche formative tradizionali in aula. Si sono enfatizzati i vantaggi della distanza, della asincronia, delle potenzialità degli strumenti di Internet (forum, chat, multimedialità, videoconferenza), sono state prospettate economie di scala, in quanto la 'platea' degli studenti appariva illimitata, è stato enfatizzato il riuso delle tecnologie e dei contenuti, e conseguentemente il possibile vantaggio economico di una formazione a basso costo per grandi numeri di discenti.

La ricerca didattica si è focalizzata sulla costruzione di *repository* di contenuti dell'apprendimento (LO, *Learning Object*) mentre la ricerca più prettamente tecnica si è

occupata della produzione di piattaforme (LCMS, *Learning Content Management System*) per la gestione dei contenuti, la progettazione dei percorsi didattici e il monitoraggio degli studenti. La ricerca sul ‘confezionamento’ dei contenuti ha riguardato da un lato la produzione di contenuti modulari scambiabili e componibili, i *Learning Object*, e dall’altro i requisiti tecnici realizzando alcuni standard, cioè una raccolta di specifiche tecniche per consentire lo scambio di contenuti digitali tra piattaforme distinte e il tracciamento delle attività dei discenti: *Shareable Content Object Reference Model* (SCORM) [ADL 2004], *Instructional Management Systems* (IMS) [IMS 2004], Learning Object Metadata (LOM) [WG12 2002].

Il paradigma di base di questa forma di apprendimento è quello di portare la formazione ‘*anytime & anywhere*’, cioè renderla disponibile per chi apprende in ogni momento e in qualsiasi luogo, con l’obiettivo di ridurre i tempi e i costi di spostamento degli studenti verso le sedi scolastiche, ampliare tempi e modalità di fruizione della formazione.

I segni di cedimento di questa *vision* sono arrivati con la necessità di introdurre le modalità *blended*, cioè l’integrazione della formazione puramente on line con momenti di formazione in presenza per sopperire alle carenze che man mano si sono evidenziate:

- perdita di motivazione nel lungo periodo,
- carenza di interazione sociale,
- difficoltà di realizzare attività collaborative e laboratoriali,
- difficoltà a certificare le reali competenze raggiunte dai corsisti.

**Elearning 2.0.** Negli ultimi anni la disponibilità capillare della banda larga e della connessione flat a Internet ha consentito una forte presenza in Rete e una elevata partecipazione attiva degli utenti, i quali hanno privilegiato portali e social network *User Generated Content* (UGC). L’attenzione di alcuni ricercatori si è spostata dalle piattaforme (LCMS) verso i *Personal Learning Environment* (PLE), ambienti di apprendimento fortemente personalizzabili dall’utente, dai *Learning Objects*, alle *Learning Activities* (LA). L’obiettivo è quello di introdurre nell’elearning le potenzialità del social networking tipiche del cosiddetto Web 2.0, cioè di sfruttare un modo spontaneo e fortemente motivato di aggregazione degli utenti nella Rete per sopperire alle difficoltà dell’elearning di prima generazione, in particolare alla perdita di motivazione dei discenti.

Nei PLE viene ridimensionata l'idea di insegnare in modo organizzato e sistematico, sfuma la distinzione tra allievo e insegnante, diviene possibile per gli allievi padroneggiare i propri processi di apprendimento, la conoscenza diviene accessibile come parte integrante dell'ambiente di lavoro e della vita privata. E' uno scenario in cui sono scomparsi i recinti tecnologici che riguardano le piattaforme di elearning, in cui l'unica piattaforma è il Web, in cui gli studenti allestiscono spazi personali, tramite essi tessono reti sociali, costruiscono essi stessi il Web e conseguentemente sono artefici della loro stessa formazione.

L'ambiente personale di apprendimento presuppone evidentemente un elevato grado di maturità e una sufficiente preparazione di base del settore di studio, consente però di guardare alla formazione come a un processo in cui le diverse esperienze, anche in contesti informali e non-formali, trovano uno spazio accanto alle azioni svolte nei contesti formali e si incrociano con quelle realizzate da altre persone.

Come si è detto, la prima fase dell'e-learning è stata caratterizzata dall'uso estensivo di piattaforme tecnologiche tra i cui obiettivi c'è sempre stata la delimitazione netta dello spazio e del tempo di appartenenza di un discente a un processo formativo, emulando la formazione scolastica in aula. Il limite di questo approccio è quello della distanza che separa i *setting* artificiali dalle situazioni della vita in cui si sviluppano naturalmente le forme spontanee di apprendimento. L'elearning 2.0 si pone in primo luogo l'obiettivo di recuperare le potenzialità insite nelle modalità spontanee, informali, di apprendere nelle situazioni quotidiane. La storia di Internet è la dimostrazione del successo di modalità non convenzionali di apprendimento collaborativo, contraddistinte dall'idea di libertà e spontaneismo [Bonaiuti 2006, pp.39 e segg.].

Assieme ai PLE si vanno poi diffondendo le *Online Learning Community* (OLC) o comunità di pratica, le quali nascono come forme spontanee di aggregazione degli utenti sulla Rete. A questo tema sarà dedicato il terzo capitolo della tesi.

## **1.2 Gli stili di apprendimento**

Dovendo operare nella formazione on line occorre tenere ben presenti non soltanto gli aspetti prettamente tecnologici ma anche il dibattito attualmente molto ricco sugli stili dell'apprendimento.

Il **costruttivismo** è stato uno degli obiettivi pedagogici dell'elearning 1.0. Teorizzato inizialmente da J. Piaget [Piaget 1937] e L. Vygotski [Vygotskij 1934], il pensiero costruttivista ritiene che apprendimento e formazione non siano processi esclusivamente individuali ma processi sociali di costruzione della conoscenza. La realtà è il prodotto dell'esperienza di chi apprende, la conoscenza è costruzione di significati e interpretazioni dell'esperienza, una costruzione attiva del discente che si ottiene attraverso la collaborazione e negoziazione sociale. Pertanto, le forme di autoapprendimento in cui il discente è messo da solo a confrontarsi con i contenuti sono poco efficaci. Chi ha operato nell'elearning ha cercato di ispirarsi al pensiero costruttivista per costruire ambienti che contengano la dimensione sociale dell'apprendimento, senza la quale la formazione rischia di ridursi a mero addestramento: il costruttivismo, quindi, come metodologia per superare il semplice addestramento al computer (CBT).

Senza entrare nei dettagli della ricerca prettamente pedagogica, si riportano alcune definizioni ormai largamente condivise [CEDEFOP 2004].

**Formal learning.** Apprendimento che si sviluppa all'interno di un contesto strutturato e organizzato (in un centro scolastico o sul lavoro, in presenza o a distanza) esplicitamente progettato come apprendimento, in termini di obiettivi, tempi e risorse. Dal punto di vista di chi apprende è intenzionale e solitamente conduce a una certificazione ufficiale.

**Informal learning.** L'apprendimento informale è il risultato di attività quotidiane connesse al lavoro, alla famiglia e al tempo libero. Non è strutturato, in termini di obiettivi, tempi e strutture, solitamente non conduce a una certificazione formale. Per lo più non è intenzionale dal punto di vista di chi apprende. Spesso è riportato nella letteratura anche come apprendimento esperienziale o incidentale.

**Non-formal Learning.** Apprendimento all'interno di attività pianificate, non esplicitamente progettate come apprendimento (in termini di obiettivi, tempi e strutture) ma che contengono importanti elementi di apprendimento. Solitamente non conduce a certificazioni ufficiali. A volte è indicato come apprendimento semi-strutturato. Rientra in questa categoria anche l'apprendimento per pratica, che avviene nei contesti di apprendistato. Dal punto di vista di chi apprende si tratta di un processo intenzionale anche se spesso non ne sono esplicitati i contenuti dell'apprendimento.

**Learning by doing.** Apprendimento acquisito per ripetizione di una pratica o un compito ma senza addestramento.

**Learning by using.** Apprendimento acquisito con uso ripetuto di strumenti e facilitazioni ma senza istruzione.

**Lifelong learning** o apprendimento permanente. Riguarda ogni attività intrapresa nel corso della vita con lo scopo di migliorare conoscenze, abilità, competenze in prospettiva personale, civica, sociale o lavorativa. Il *lifelong learning* riguarda l'acquisizione di tutti i tipi di abilità, conoscenze, interessi e qualificazioni a partire dal periodo prescolastico e per tutto il corso della vita. L'obiettivo è quello della promozione di uno sviluppo organico degli individui in vista di autorealizzazione, inclusione sociale, partecipazione attiva alla società della conoscenza, miglioramento lavorativo.

**Comunità di pratica** è una comunità caratterizzata da un dominio di interesse condiviso, dove i membri interagiscono e apprendono insieme sviluppando, al contempo, un vasto repertorio di risorse e oggetti condivisi.

Per caratterizzare le differenze tra apprendimento formale e informale si ricorre spesso alla metafora del viaggio: l'apprendimento formale è equiparato a un viaggio in autobus, dove l'autista conduce tutti i passeggeri nella stessa direzione, l'apprendimento informale è paragonato a un viaggio in auto o in bicicletta, nel quale l'individuo sceglie liberamente destinazione, tragitto, velocità.

L'apprendimento formale è più adatto ai novizi, a chi è all'inizio del percorso di apprendimento mentre, successivamente, è la modalità informale che diventa più efficace, via via che la persona diventa esperta. I contesti nelle varie dimensioni dell'apprendimento (formale - informale, intenzionale - inatteso) sono rappresentati in figura 1.

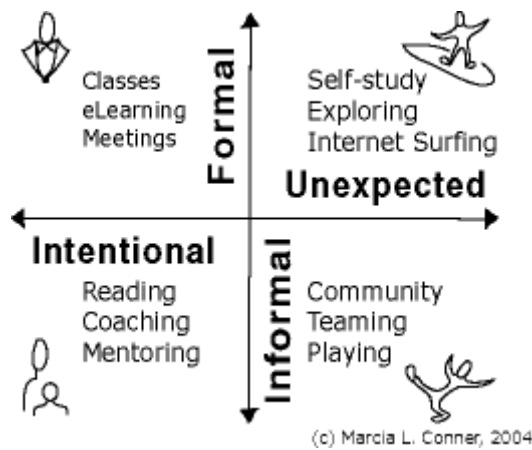
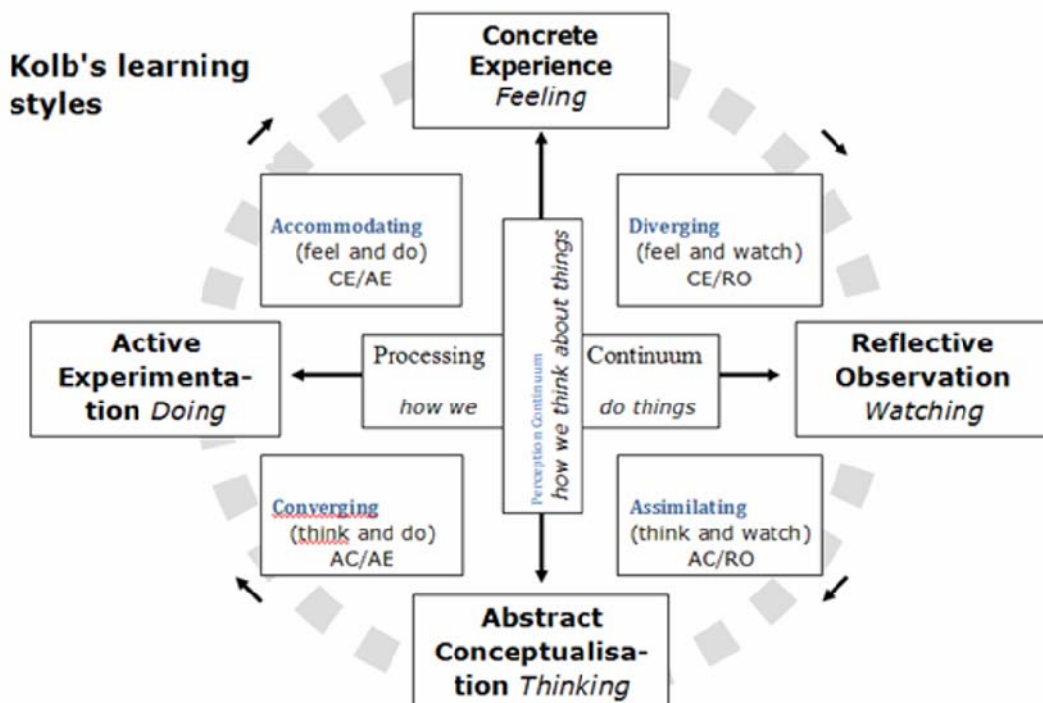


Figura 1. Dimensioni dell'apprendimento [Conner 2004]

La prospettiva dell'e-learning informale si inserisce in un modello proteso a recuperare e valorizzare le potenzialità osservate nei contesti spontanei della Rete. L'obiettivo è quello di uscire dallo spazio delle piattaforme, analogamente all'uscita dall'idea che si apprenda solo nelle aule scolastiche. Questa prospettiva consente di intravedere nuove e interessanti linee di sviluppo.



© concept david kolb, adaptation and design alan chapman 2005-06, based on Kolb's learning styles, 1984  
 Not to be sold or published. More free online training resources are at [www.businessballs.com](http://www.businessballs.com). Sole risk with user.

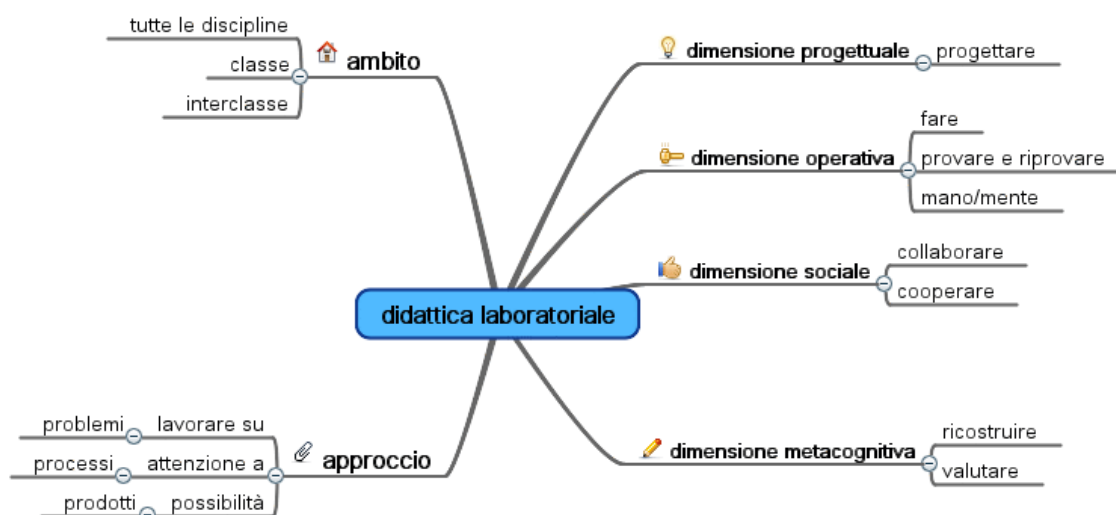
Figura 2. Modello di apprendimento esperienziale [Kolb1984]

Nel modello di apprendimento esperienziale, sviluppato da David Kolb nel 1984, di cui si riporta uno schema nella figura 2, per apprendere in modo efficace è necessario un confronto continuo con l'esperienza concreta. L'apprendimento, seguendo un percorso circolare, vede un continuo confronto tra esperienza, riflessione e azione.

**Didattica laboratoriale.** Nelle recenti Indicazioni dei Piani di Studio Personalizzati<sup>1</sup> del Ministero della Pubblica Istruzione italiano è prevista la realizzazione di laboratori, d'istituto o di rete, che vengono indicati come uno degli strumenti fondamentali per la personalizzazione del Piano di studio. La didattica laboratoriale si caratterizza per l'apprendimento di tipo pratico e situato in cui si costruiscono esperienze in grado di favorire l'apprendimento del "sapere" congiunto con quello del "fare". Nel laboratorio, inteso non solo come spazio d'aula attrezzato, l'apprendimento è un processo attivo e l'allievo apprende in quanto è reso attivo e consapevole della situazione didattica che sta vivendo. Si tratta di un modello di insegnamento/apprendimento fondato sulle interazioni fra gli attori del processo didattico [Boscarino 2004, p. 52].

Nelle attività laboratoriali si attuano i principi metodologico-didattici del *learning by doing* e quindi del *problem solving* e del *cooperative learning*.

Una mappa concettuale sulla didattica laboratoriale è riportata in Figura 3, dove si mette in evidenza l'approccio didattico per problemi, l'attenzione ai processi, la dimensione operativa del fare, la dimensione sociale del collaborare e cooperare.



<sup>1</sup> [http://www.pubblica.istruzione.it/normativa/2003/allegati/indicazioni\\_media\\_05\\_03.pdf](http://www.pubblica.istruzione.it/normativa/2003/allegati/indicazioni_media_05_03.pdf) (24.02.2009)



**Figura 3.** Perlmutter C., *Didattica laboratoriale*, [Perlmutter 2008]

**Collaborative learning.** È una forma di apprendimento che deriva da un'interazione di gruppo, nella quale la collaborazione si sviluppa attorno a un accordo implicito o esplicito su obiettivi e valori comuni: è adottata principalmente nell'apprendimento di base.

**Cooperative learning.** È un insieme di processi e di strategie che aiutano i componenti di un gruppo a lavorare insieme al fine di raggiungere uno specifico obiettivo o prodotto, precedentemente definiti da un docente o da un supervisore: è una tipologia di apprendimento adottata nella formazione avanzata e nell'autoformazione tra pari.

Entrambi le teorie si fondano sull'idea che la costruzione della conoscenza è sostanzialmente un processo di interazione sociale. I due approcci di apprendimento richiedono tecnologie informatiche diverse che realizzino i diversi tipi di interazione: quella collaborativa è focalizzata sul processo del lavorare insieme, quella cooperativa è focalizzata sul prodotto del lavoro comune. E' poco chiaro invece il ruolo del computer in questi processi cognitivi: quando e quali conoscenze e competenze possono essere acquisite in un normale gruppo classe *senza l'uso del computer*, quando è utile che il gruppo lavori *attorno al computer* con applicazioni progettate per uso individuale, quando è utile che il gruppo interagisca *attraverso il computer* con applicazioni che prevedono la connettività a distanza.

Riguardo la classificazione delle forme di apprendimento si fa riferimento alla classificazione di G. Bateson [Bateson 1972, p. 319]:

**Apprendimento 0.** Esperienza diretta, senza memoria e concetti, è caratterizzato dalla specificità della risposta, che - giusta o errata che sia - non è suscettibile di correzione: "Metto la mano sul fuoco e mi brucio. Premo un tasto sul computer e succede qualcosa sullo schermo".

**Apprendimento 1.** È un cambiamento nella specificità della risposta, mediante correzione degli errori di scelta in un insieme di alternative: "Mi rendo conto che se premo sempre lo stesso tasto succede sempre la stessa cosa".

**Apprendimento 2** o deutero-learning. E' un cambiamento nel processo dell'Apprendimento 1, corrisponde a 'imparare a imparare': "Faccio fatica ad apprendere una prima lingua straniera, ne faccio meno per la seconda; dalla terza in poi imparo in fretta. Perché ho appreso come si apprendono le lingue." Non solo imparo a utilizzare le funzioni di un programma di videoscrittura ma 'incorporo' anche il ruolo di insegnante e divengo capace di

apprendere da solo nuovi software e nuovi utilizzi per quelli che conosco. Gli allievi divengono capaci di autodirigersi e autovalutarsi.

**Apprendimento 3.** Ha a che fare con la saggezza e con la capacità di fare scelte di carattere etico: “Mi brucerò la mano per salvare chiunque o solo alcuni?”

### 1.3 Il quadro istituzionale

**Strategia di Lisbona.** L'elearning ha avuto un forte impulso, soprattutto in termini di finanziamenti pubblici, dalla cosiddetta “Strategia di Lisbona”, un programma di riforme economiche approvato a Lisbona nel 2000 dall'Unione Europea per il periodo 2000-2010. L'obiettivo è quello di fare dell'Unione “la più competitiva e dinamica economia della conoscenza” entro il 2010.

La strategia di Lisbona influenza le politiche di formazione degli stati membri in quanto influenza la scelta delle priorità e le normative a livello locale. Il passaggio dalle macrodecisioni di indirizzo prese a Lisbona alle decisioni operative avviene attraverso i Programmi Operativi Nazionali (PON), i Programmi Operativi Regionali (POR) e i Programmi Operativi Interregionali (POIN).

Nel 2005 era già chiaro che gli obiettivi previsti per il 2010 non potevano essere raggiunti, pertanto sono stati riformulati, sulla base di sotto programmi specifici da realizzarsi nel periodo 2007-2013:

- Comenius è il programma rivolto a chi opera nell'istruzione fino al termine della scuola secondaria di secondo grado;
- Erasmus promuove la mobilità degli studenti e gli stage internazionali;
- Leonardo è il programma focalizzato su insegnamento e formazione professionale;
- Grundtwig è il programma specifico per la formazione degli adulti.

Il Lifelong Learning Programme (2007-2013) dedica una specifica azione alle nuove tecnologie per lo sviluppo di contenuti e soluzioni pedagogiche a carattere innovativo basati sulle ICT, viste come un catalizzatore di cambiamento e innovazione educativa e sociale. L'obiettivo è quello di realizzare una risposta efficace alle esigenze di aggiornamento della forza lavoro europea.

**Fondi strutturali.** Altri strumenti economici della Comunità Europea sono il Fondo Sociale Europeo (FSE) e il Fondo Europeo di Sviluppo Regionale (FESR), ideati per ridurre le

differenze nella qualità di vita esistenti fra regioni europee e fra Stati membri, e serve dunque a incentivare la coesione sociale ed economica. Il livello dei finanziamenti varia da una regione all'altra a seconda della loro ricchezza relativa misurata in termini di PIL.

L'obiettivo prioritario di questi fondi è quello di valorizzare il 'capitale umano' in senso ampio e quindi di sviluppare un'azione di progettazione, implementazione e riforma nei sistemi educativi. Nell' *European social fund support to education and training* [EU 2006, p. 1] si legge:

- Modernising their vocational education and training systems in order for Europe to become the most competitive economy, and
- Offering all Europeans, whether they are young people, older workers, unemployed or disadvantaged, the qualifications and competences they need to be fully integrated into the emerging knowledge based society, contributing to more and better jobs.

Il piano strategico stimola i governi locali ad accelerare il processo di alfabetizzazione tecnologica affinché tutte le fasce di popolazione possano partecipare attivamente alla 'società della conoscenza' e l'elearning è visto come lo strumento privilegiato su cui investire. Scuole, università e centri di ricerca usufruiscono del sostegno comunitario per l'acquisto di risorse multimediali e per l'ammodernamento delle reti informatiche.

In questi ultimi anni numerose scuole, università e centri di formazione hanno fruito di questi finanziamenti per attivare corsi su piattaforme elearning o in modalità blended. Le tecnologie relative alla formazione on-line hanno pertanto ricevuto un forte impulso di sviluppo in Europa da questi piani strategici.

Nel 2002 viene lanciato il portale eLearning Europa<sup>2</sup> per favorire il dialogo e la cooperazione e per promuovere l'uso delle nuove tecnologie nel campo dell'educazione permanente.

Il Ministero della Pubblica Istruzione italiano attraverso l'Istituto Nazionale di Documentazione per l'Innovazione e la Ricerca Educativa (INDIRE) ha attivato una piattaforma specifica per la formazione degli insegnanti denominata PuntoEdu<sup>3</sup>.

---

<sup>2</sup> <http://www.elearningeuropa.info> (25.02.2009)

<sup>3</sup> <http://puntoeduri.indire.it/> (25.02.2009)

**FOR TIC.** Il piano FOR TIC<sup>4</sup> ha coinvolto nella prima edizione 160.000 insegnanti in tre percorsi formativi distinti sull'uso delle nuove tecnologie. Questi percorsi sono stati tutti erogati in modalità blended.

**DiGi scuola.** Il progetto “DiGi scuola”<sup>5</sup> è stato centrato sullo sviluppo di contenuti digitali (Learning Object) e sul loro utilizzo a supporto delle usuali attività didattiche in aula. I contenuti digitali possono essere fruiti anche direttamente dallo studente a casa con l'obiettivo di recuperare i debiti scolastici [Donzelli 2007].

**RemoteLab.** Il progetto RemoteLab<sup>6</sup> si propone di mettere a punto una serie di esperimenti remoti di chimica, fisica e biologia per la scuola media superiore. Avviato nel 2000 a tutt'oggi non presenta ancora vere e proprie attività legate al controllo remoto di strumentazione scientifica.

## 1.4 Questioni aperte e “research question”

L'attività di laboratorio, sia come spazio attrezzato tipico dell'insegnamento delle discipline scientifiche, sia come attività cooperativa e condivisa tra studenti e insegnanti, caratterizzata da un forte approccio operativo, riveste attualmente un ruolo di primo piano nella sperimentazione didattica ed è divenuta parte essenziale della didattica usuale.

Inoltre è diffusamente riconosciuto che l'insegnamento delle discipline scientifiche deve integrare momenti di studio teorico con esperienze di laboratorio nelle quali verificare leggi scientifiche e replicare esperimenti significativi. In particolare, l'uso del laboratorio è ritenuto un elemento essenziale nei corsi di laurea in ingegneria.

Entrambi queste tematiche sono state finora poco affrontate all'interno dei percorsi formativi in elearning, sia per le difficoltà legate agli strumenti tecnologici disponibili, sia per le difficoltà a inquadrarle all'interno degli standard attuali dei percorsi in elearning.

Uno degli obiettivi della ricerca di dottorato è stato quello di progettare sistemi usabili ed efficaci, nello stile del Web 2.0 per portare le attività di laboratorio, sia quelle legate alle discipline scientifiche e quindi all'uso del laboratorio *tout-court*, sia a quelle laboratoriali

---

<sup>4</sup> <http://puntoeduri.indire.it/fortic/> (24.02.2009)

<sup>5</sup> <http://www.digiscuola.it/> (24.02.2009)

<sup>6</sup> <http://www.remotelab.org> (24.02.2009)

in senso lato, a volte dette di laboratorio virtuale, nel paradigma di base dell'e-learning: *anytime and anywhere*.

Questa attività ha portato alla progettazione e alla realizzazione di un software per il controllo remoto via Web di reali strumenti di laboratorio (telescopio e microscopio) a una classe virtuale in modalità collaborativa. Il software è stato sperimentato con 15 classi di scuola superiore del Salento. I risultati ottenuti permettono di affermare l'efficacia di questo tipo di approccio sia in termini formativi per gli studenti, come arricchimento della proposta didattica delle scuole, sia in termini di strumenti di progettazione ingegneristica messi a punto, per l'efficacia dell'uso remoto e collaborativo degli strumenti di laboratorio e per la scalabilità dell'architettura messa a punto.

La seconda tematica affrontata è stata quella delle Online Learning Communities (OLC) intese come comunità di pratica e comunità collaborative nello stile del Web2.0, con particolare riferimento alle discipline scientifiche. Le problematiche aperte relative alla conduzione e alla realizzazione di strumenti per questo tipo di community sono tantissime, dall'inserimento di componenti specifiche per l'apprendimento delle discipline scientifiche nelle piattaforme open source (editing di formule matematiche, di disegni geometrici di base, whiteboard condivise, strumenti di modellazione e rappresentazione iconica, strumenti di calcolo numero, CAS, geometria dinamica), di componenti per il playful learning, di strumenti e modalità di conduzione di giochi collaborativi e di gare on line a scopo didattico. I risultati ottenuti sono soddisfacenti sia in termini di utenti (studenti e docenti) coinvolti nella community [Matematicamente.it](http://Matematicamente.it) (550.000 visite/mese; 2,9 milioni di pagine viste/mese; 21.000 iscritti), nella gara di matematica on line [MatematiCup](http://MatematiCup) (5000 studenti e 250 classi nell'ultima edizione), nella produzione di un Manuale di matematica collaborativo con licenza Creative Commons (oltre 70 docenti partecipanti come autori), sia in termini di riconoscimenti (premio WWW de Il Sole 24 ore come miglior sito nella categoria Educational per l'anno 2007), sia in termini di progettazione ingegneristica degli strumenti di conduzione e controllo di una comunità on line.

---

## Capitolo 2: I LABORATORI REMOTI

### 2.1 Il laboratorio nella didattica

Il termine 'attività di laboratorio' ha attualmente un significato ampio e generico, indica una qualsiasi attività didattica che richiede una partecipazione attiva da parte degli studenti. Un'attività di questo tipo può essere effettuata in quasi tutte le discipline, non soltanto in quelle scientifiche: si parla infatti di laboratorio di scrittura, laboratorio di storia ecc.

Nei contesti della ricerca scientifica, il termine laboratorio indica un luogo che contiene dispositivi per la ricerca sperimentale, quindi laboratori scientifici a tutti gli effetti.

In questo capitolo si parlerà invece di laboratorio nel senso di ambiente, reale o virtuale, in presenza o a distanza, in cui si trovano dispositivi utili per l'insegnamento di discipline scientifiche e tecnologiche per mezzo di strumentazione.

L'insegnamento delle discipline scientifiche, e soprattutto del metodo sperimentale che le caratterizza, trova un indiscusso vantaggio dallo svolgimento di attività di laboratorio nelle quali verificare leggi scientifiche e replicare esperimenti significativi. Il laboratorio è generalmente ritenuto indispensabile nell'insegnamento di questo tipo di discipline sia nei corsi universitari sia in quelli delle scuole di ordine inferiore.

La strategia ritenuta generalmente più idonea nell'insegnamento è quella della Previsione- Esperimento-Confronto (PEC) [Michelini 2005]. La letteratura in proposito è enorme, a titolo di esempio riportiamo [Jones 1978; Fisica nella Scuola 1994; Michelini 1999; Clough 2002; Euler 2004].

Sul processo PEC citiamo E. Sassi e altri [Sassi 2007]:

*Previsione.* In questa prima fase è richiesto agli studenti di formulare, basandosi sulla propria conoscenza e delle proprie idee intuitive, previsioni su quanto accadrà in un esperimento condotto da loro o da altri. Le previsioni possono essere individuali e/o di piccolo gruppo; in questo ultimo caso è opportuno che i componenti del gruppo discutano le ragioni delle loro previsioni individuali e raggiungano un accordo su quella di gruppo. L'obiettivo della "Previsione" è stimolare sia l'espressione di ragionamenti ed idee intuitive degli studenti, sia l'articolazione di conoscenze acquisite in precedenza. È uno strumento per far emergere eventuali conflitti fra conoscenza di senso comune e disciplinare. Le previsioni vanno annotate per essere usate nella fase "Confronto". A volte può essere utile che anche l'insegnante guidi gli studenti a: - orientarsi nella ricerca delle conoscenze che possono favorire una previsione; - discriminare tra diverse possibilità; - sottolineare punti importanti da considerare.

*Esperimento.* In questa seconda fase è richiesto di osservare il fenomeno in studio, svolgere l'esperimento, raccogliere ed analizzare le misure. Come nella fase di previsione, questo lavoro può essere individuale o di piccolo gruppo; anche qui è richiesto di giungere ad un accordo su analisi dati e presentazione risultati. "Esperimento" può anche essere inteso in senso lato, per esempio svolgere un'attività di modellizzazione in un ambiente software. Anche in questa fase qualche volta l'insegnante può voler guidare gli studenti in alcuni momenti dell'esperimento o della modellizzazione ma è didatticamente opportuno che essi siano il più possibile lasciati liberi di agire autonomamente. L'accadere di eventi imprevisti o eventuali "errori" è materia utile per delucidare zone confuse e chiarire aspetti nuovi.

*Confronto.* In questa fase gli studenti confrontano le loro previsioni con quanto è risultato dalla fase "Esperimento". L'obiettivo è aiutare gli studenti a divenire consapevoli di eventuali somiglianze e differenze e a fornirne spiegazioni esponendo al meglio i propri ragionamenti, focalizzando l'attenzione su aspetti salienti dell'esperimento o del modello e su eventuali carenze delle spiegazioni. Se l'insegnante riscontrasse problemi nelle misure sperimentali o nelle attività di modellizzazione, è opportuno che inviti a ripeterle chiarendo le cause dei problemi. Se invece il disaccordo è dovuto a previsioni incomplete o inadeguate, è opportuno che faccia riprendere il processo di esprimere previsioni e di approfondimento delle idee soggiacenti alla loro formulazione.

In particolare, l'uso del laboratorio è ritenuto un elemento essenziale nei corsi di laurea in ingegneria, poiché l'ingegneria è di fatto una scienza applicata e il laboratorio è il posto in cui praticare le applicazioni della scienza, il posto in cui cominciare a praticare la professione di ingegnere [Faucher 1985]. G. Canfora e altri scrivono in [Canfora 2004, p. 489]:

“Teaching of measurement science requires, more than more topics, a huge practical experience in order to assure a good knowledge transfer from the teacher to the students. The students should achieve such experience by working in actual conditions and on the actual instruments. Usually, as a matter of fact, the sophisticated and expensive measurement instrumentation involved makes it difficult to keep the technical staff up to date. Moreover, there is the necessity for repeating the same experience many times in order to make all students able to operate the measuring instrumentation, which makes the technician shortage even more severe.”

Le attività di laboratorio sono state modificate negli ultimi decenni in maniera significativa dalle tecnologie informatiche, poiché la strumentazione di laboratorio segue naturalmente gli sviluppi tecnologici.

I laboratori scientifici sono classificati in letteratura su tre tipologie: laboratorio in presenza, laboratorio simulato e laboratorio remoto [Tuttas 2001; Ma 2006; Gravier 2008].

---

**Laboratori in presenza.** Detti anche *real laboratory*, *hand-on laboratory*, *local laboratory*, sono laboratori in cui studenti, docenti e strumenti sono co-locati; spesso sono mediati da computer e strumentazione elettronica.

Un laboratorio in presenza comporta un reale processo di investigazione fisica. Le due caratteristiche che lo contraddistinguono sono:

- tutto l'equipaggiamento necessario per l'esperimento è impiantato fisicamente;
- studenti e docenti che fanno l'esperimento sono fisicamente presenti in laboratorio.

Il laboratorio in presenza mette gli studenti a confronto con dati reali e spesso con inattese 'dissonanze' tra teoria e pratica, fatto ritenuto importante per il ruolo didattico di un esperimento. Paradossalmente un esperimento reale è utile in quanto può non funzionare o non rispondere esattamente alla teoria che si vuole insegnare, contrariamente a quanto accade in un esperimento simulato al computer, nel quale le leggi fisiche sono fissate *a priori*.

Tra gli aspetti problematici di questo tipo di laboratori:

- gli esperimenti reali in presenza sono spesso costosi;
- richiedono ambienti dedicati;
- necessitano della presenza continua di tecnici;
- la strumentazione elettronica è in continua evoluzione, ciò comporta costi di adeguamento della strumentazione ma anche il continuo aggiornamento del personale tecnico di laboratorio.
- strumenti particolarmente costosi possono essere usati solo dalla struttura scolastica che li ha acquistati e non possono essere condivisi;
- il continuo aumento del numero degli iscritti, soprattutto nelle università, comporta un sovraffollamento dei laboratori, di conseguenza se gli studenti sono numerosi non tutti possono osservare e partecipare alla sessione;
- alcuni tipi di esperimenti comportano problemi di sicurezza per gli studenti;
- non sempre possono partecipare gli studenti disabili;
- non possono partecipare gli studenti che frequentano corsi a distanza;

**Laboratorio simulato.** Un esperimento simulato è un'imitazione di un esperimento reale nel quale tutte le infrastrutture sono simulate al computer. I sostenitori di questo tipo di laboratorio affermano che gli esperimenti simulati sono particolarmente utili non solo perché permettono di abbattere i costi dei laboratori reali ma soprattutto perché riducono i tempi di



apprendimento. Rispetto al laboratorio reale, si ha per esempio la possibilità di ‘fermare’ l’esperimento: “... the students using a simulator are able to ‘stop the world’ and ‘step outside’ of the simulated process to review and understand it better” [Parush 2002]. Nell’esperimento simulato è anche possibile ampliare la percezione dei dati sensoriali, inserendo grafici e rappresentazioni dei dati per mezzo di scale e di colori che arricchiscono la percezione sensoriale.

I detrattori sostengono che:

- un eccessivo uso di esperimenti virtuali crea una sconnessione tra reale e virtuale;
- i dati dell’esperimento simulato non sono reali, pertanto lo studente non può apprendere per tentativi ed errori;
- i costi di un esperimento simulato non sono necessariamente inferiori a quelli dell’esperimento reale, poiché spesso richiedono la realizzazione di software *ad hoc*;
- usando esperimenti simulati gli studenti rischiano di apprendere soltanto come avviare le simulazioni.

C. Gravier in [Gravier 2006, p. 347] sostiene: “simulation cannot provide an authentic learning experience as, at its best, can only deliver partial representation of the reality of use of the instrument. Then, the limited functions set usually implemented, and the guided scenario associated to the manipulation, lead to an aseptic scenario of use for learners.”

Il laboratorio virtuale è utilizzato in modo proficuo se usato come strumento di esercitazione e allenamento per prendere confidenza con gli strumenti del laboratorio reale, quindi come attività preparatoria per l’esperimento vero e proprio e se è usato come integrazione della spiegazione teorica, senza attribuirgli un valore sperimentale in senso stretto.

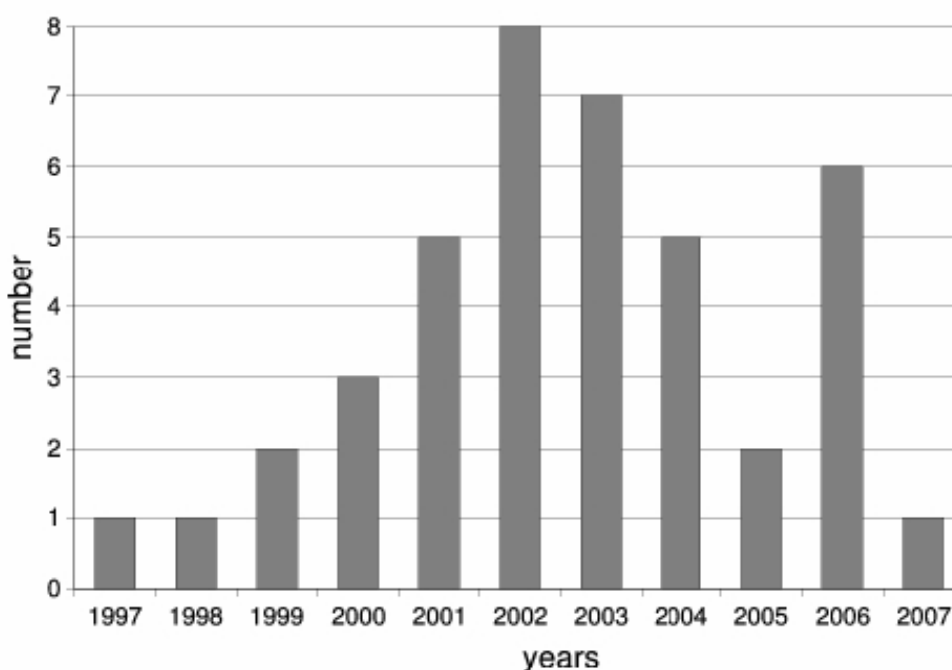
**Laboratorio virtuale.** In diversi articoli di autori italiani il laboratorio virtuale è indicato come attività di laboratorio svolto attraverso Internet da classi o singoli studenti ma senza l’uso di strumentazione scientifica reale o simulata [Trincherò 2002, Grimaldi 2002, Protti 2002, Lasala 2002, Falco 2002].

## 2.2 Il laboratorio remoto

Un laboratorio remoto è un sistema hardware/software che permette ad un utente di poter interagire con sistemi reali da remoto. Solitamente viene fornita una ripresa video in diretta dell’esperimento, al fine di aumentare il senso di presenza all’interno del laboratorio. Per

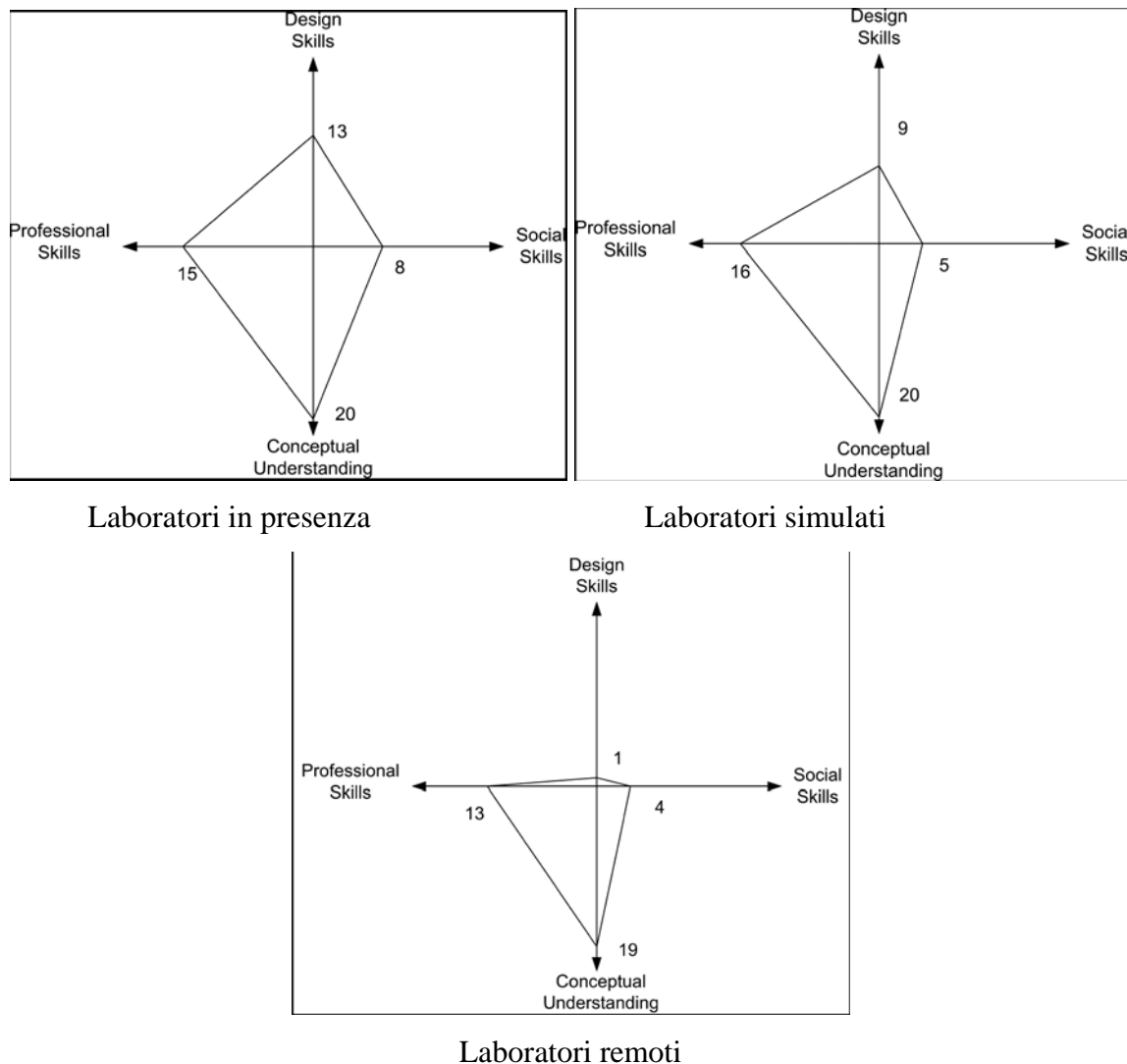
queste attività si parla di “*same time, different place*”. Quello che caratterizza un esperimento remoto è una forma di realtà mediata dal computer. Tuttavia, anche nei laboratori in presenza l’esperimento può essere mediato da un computer di controllo, ma il computer è co-locato. La differenza sostanziale rispetto al laboratorio in presenza dunque è la distanza tra l’esperimento e lo sperimentatore.

Le tematiche relative ai laboratori remoti sono di grande interesse e di particolare attualità. In un articolo di rassegna, C. Gravier e altri [Gravier, 2008] hanno messo in evidenza come i paper relativi ai laboratori remoti, apparsi su riviste scientifiche, abbiano avuto un forte incremento negli anni 2001-2003 per diminuire negli anni 2004-2005 e riprendere con maggiore forza a partire dal 2006. In figura 1 è riportato un grafico, tratto dallo stesso articolo di C. Gravier [Gravier 2008, p. 20] in cui si rappresenta la distribuzione per anni del numero di articoli scientifici sui laboratori remoti, su un campione di 42 papers apparsi nelle più prestigiose riviste di settore.



**Figura 1.** Ripartizione per anno del numero di articoli scientifici sui laboratori remoti [Gravier 2008, p. 20]

J. Ma e J. V. Nickerson in [Ma 2006] hanno catalogato un campione di 60 papers sui laboratori in presenza, virtuali e remoti in base a quattro competenze - comprensione concettuale, competenze professionali, competenze sociali, competenze di progettazione – in base alle indicazioni espresse dagli stessi autori dei papers. I seguenti grafici riportano il numero di competenze per ciascun tipo di laboratorio.

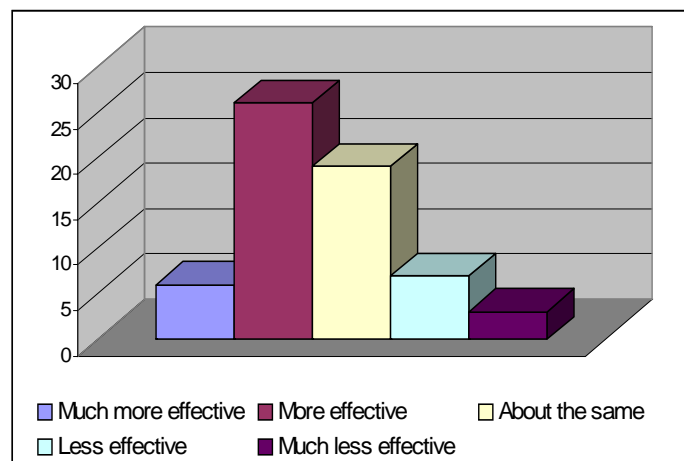


**Figura 2.** Obiettivi educativi per i vari tipi di laboratorio su un campione di 60 papers sui laboratori remoti. [Ma 2006, p. 8-10]

Dallo studio di J. Ma e J. Nickerson si evince che le competenze di progettazione di un esperimento si possono ottenere nei laboratori in presenza e in quelli simulati, poco nei laboratori remoti. Le competenze relative alla comprensione concettuale dei fenomeni scientifici studiati si raggiunge egualmente in tutti e tre i tipi di laboratorio. Le *social skills* appartengono invece prevalentemente ai laboratori in presenza. Tuttavia come vedremo nel corso di questo capitolo è possibile rafforzare la componente di presenza sociale utilizzando nuovi software collaborativi per l'uso di strumentazione via Web.

Dal punto di vista didattico il laboratorio in presenza sembra centrato sulle abilità, mentre il laboratorio remoto sulla comprensione concettuale.

Sono stati inoltre effettuati alcuni studi sul confronto tra gruppi di studenti che hanno usato i laboratori remoti e gruppi che hanno usato laboratori in presenza. Riportiamo i risultati di un lavoro di D. Cmok e altri [Cmok 2006] su un confronto tra due gruppi di studenti di un corso universitario di Misure Elettriche ed Elettroniche. I due gruppi sono stati scelti per confrontare l'efficacia didattica del laboratorio remoto rispetto al laboratorio collaborativo: metà degli allievi hanno preso parte a un esperimento in presenza e metà a un esperimento in remoto. Tra gli altri risultati, è emerso che l'84% degli studenti del secondo gruppo ritiene che il laboratorio remoto sia altrettanto efficace del laboratorio in presenza, vedi figura 3.



**Figura 3.** Giudizio degli allievi sull'efficacia del laboratorio remoto rispetto al laboratorio in presenza [Cmok 2006, p.20]

Ma non tutti gli esperimenti possono essere sostituiti in maniera proficua da laboratori remoti. L'esperienza di questi anni di ricerca mostra come solo quando la rappresentazione dei dati e l'analisi delle misure possono essere supportati da computer o gli esperimenti sono *computer oriented* allora i laboratori possono essere remotizzati. In altri termini, negli esperimenti condotti da remoto gli studenti non possono acquisire le competenze legate alla progettazione e messa in opera degli esperimenti. Inoltre, negli esperimenti in cui gli studenti devono imparare a connettere l'hardware della strumentazione o imparare a predisporre la strumentazione – solitamente gli esperimenti in cui gli studenti affrontano per la prima volta le questioni di base del processo di misura - gli esperimenti remoti non trovano applicazione.

**Questioni aperte.** Si riporta una rassegna delle questioni aperte sulla gestione dei laboratori remoti così come emergono dalla letteratura sull'argomento

- 
- eliminare il gap tra laboratori remoti e le altre attività di e-learning [Gravier 2006];
  - integrare un'attività didattica laboratoriale nelle piattaforme LMS [Daponte 2007];
  - creare strumenti autore per laboratori on line personalizzati [Harward 2007];
  - integrare l'attività di laboratorio remoto nel curriculum scolastico [Nedic 2007];
  - creare strumenti di modellazione e design per favorire la riflessione sulle diverse esigenze degli stakeholders [Lindasay 2007];
  - creare un sistema che sia *device independent* [Canfora 2004];
  - creare un'architettura scalabile [Harward 2004].

In particolare dalla *call for paper* dello “IEEE TLT Special Issues: The Many Faces of Remote Laboratories in Engineering Education”<sup>1</sup> sono indicate le seguenti tematiche:

- State of the art in Remote Laboratories.
- Mobile Learning and Remote Laboratories,
- Personalized and Adaptive Learning for Remote Laboratories,
- Computer Supported Collaborative Learning in Remote Laboratories,
- Assessment of students in Remote Laboratories,
- Safety of devices in Remote Laboratories,
- Authoring tools for Remote Laboratories,
- Online Laboratories architectures and use cases,
- Networking and grid technologies,
- Mixed Reality environments,
- Assessment of Remote Laboratories performance,
- Standards and standardization proposals,
- Reusability in Remote Laboratories,
- Issues in Hybrid Laboratories.

**Architettura comune.** Dai papers esaminati sull'architettura dei laboratori remoti emergono degli elementi essenziali in comune, riportati in figura 4.

Lo strumento vero e proprio è collegato all'apparecchiatura elettronica di controllo che viene collegata con le interfacce hardware-software proprietarie a un server di laboratorio. Solitamente il laboratorio remoto ha anche una o più web-cam che permette di far vedere ciò che accade nel laboratorio.

---

<sup>1</sup> <http://www.computer.org/portal/pages/transactions/tlt/mc/author.html>

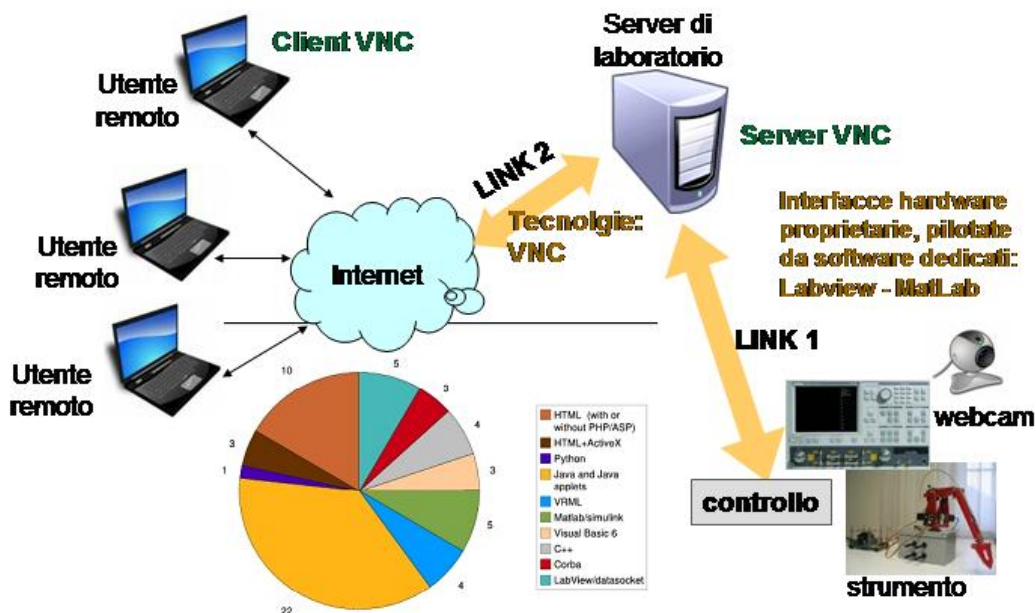


Figura 4. Architettura di base di un laboratorio remoto

Spesso per il link tra strumentazione e server di laboratorio (link1 in figura 4) vengono usati i seguenti software:

- **Labview** (*Laboratory Virtual Instrumentation Engineering Workbench*) della National Instruments<sup>2</sup> è un software specifico per l'acquisizione e l'elaborazione dei dati;
- **Matlab** (*Matrix Laboratory*) ambiente di calcolo numerico della MathWorks<sup>3</sup>, che contiene Simulink, componente specifico per la simulazione e l'elaborazione di dati.

Il secondo link (link2 della figura 4) è quello che connette l'utente remoto con il server di laboratorio attraverso la rete Internet. I laboratori remoti esaminati usano:

- **VNC** (*Virtual Network Computing*)<sup>4</sup>, un tipo di software per il controllo remoto di un computer: sul server di laboratorio viene installato VNC server che mette in condivisione il desktop del computer, mentre sul client dell'utente va installato VNC client

<sup>2</sup> <http://www.ni.com/labview/i/> (2.3.2009)

<sup>3</sup> <http://www.mathworks.com/products/simulink/> (2.3.2009)

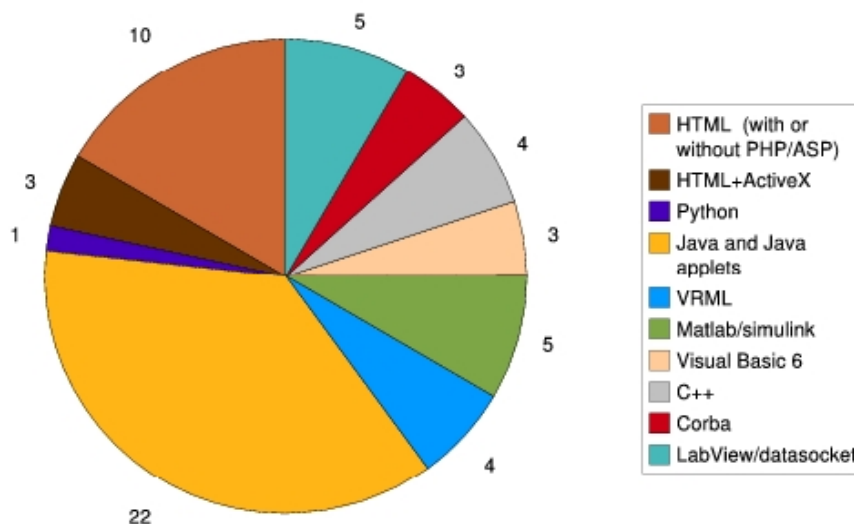
<sup>4</sup> Il software VNC è stato inizialmente creato da Olivetti & Oracle Research Lab, nel 1999 è stato acquistato da AT&T, che però nel 2002 ha chiuso i laboratori di sviluppo. Attualmente sono sviluppate tre versioni open source, la versione originaria è la RealVNC <http://www.realvnc.com/> (3.3.2009).

che vede e controlla il desktop remoto. Il client riceve in questo modo una immagine del desktop del computer controllato e può inviare input da tastiera e mouse. Uno dei principali limiti dell'uso di questo software per il controllo dei laboratori remoti è che il controllo può essere acquisito da un client per volta;

- **Java**, spesso usato in coppia con altre tecnologie come PHP, HTML, CORBA, VRML, ecc.

Altri approcci si basano su ASP, ActiveX, Python and C++.

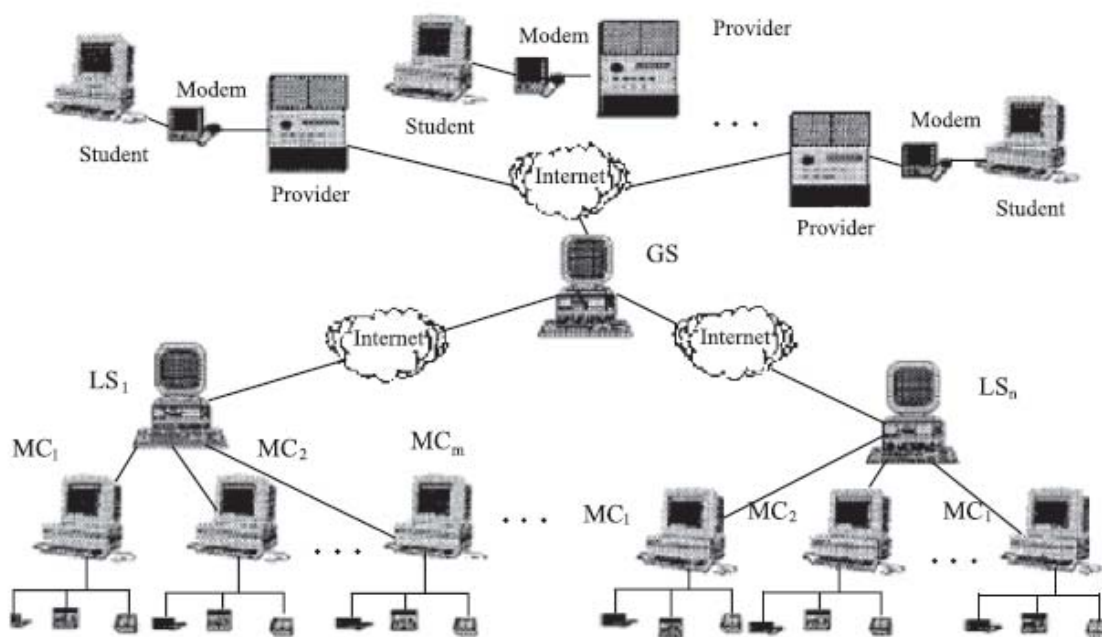
C. Gravier e altri [Gravier 2008] hanno classificato 60 pubblicazioni sui laboratori remoti e hanno rilevato i software riportati in figura 5.



**Figura 5.** Suddivisione delle tecnologie usate per il link tra server di laboratorio e client remoto [Gravier 2008, p. 21]

Da questo studio emerge una mancanza di standard condivisi sulla connessione tra il server di laboratorio e il client dell'utente remoto. Ciò comporta che la costruzione di software specifico per ogni laboratorio remoto e il suo mantenimento costituisce un costo per la gestione del laboratorio che non può essere sottovalutato. Praticamente, allo stato attuale ogni gruppo di ricerca ricostruisce a modo proprio questo link tra le macchine. Da cui l'esigenza di rendere questo tipo di software da una parte indipendente dalla strumentazione di laboratorio e dall'altra integrabile nelle piattaforme di formazione a distanza. Queste due problematiche costituiscono due punti di criticità per l'uso diffuso dei laboratori remoti nella formazione a distanza.

**Laboratorio remoto geograficamente distribuito.** Strutturalmente i laboratori remoti possono essere anche distribuiti geograficamente, in quanto gli strumenti scientifici possono trovarsi in luoghi differenti, ma apparire all'utente come se fossero in un unico ambiente. In questo modo l'utente può usare da remoto diversi laboratori con diversi tipi di strumentazione. Le scuole e le università potrebbero mettere in rete una serie di laboratori in modo da suddividersi il carico di spesa e di mantenimento. Per questo tipo di laboratori è necessario un ulteriore server che gestisca il controllo dei vari server di laboratorio. E' fondamentale poi che i software di gestione remota delle macchine siano in grado di integrare con diverse tipologie di strumenti. Un esempio di architettura di laboratorio distribuito è descritto in [Canfora 2004], vedi figura 6. Diversi *laboratory server*,  $LS_1, \dots, LS_n$ , sono collegati a un *gateway server* (GS) che costituisce l'interfaccia di rete degli studenti. Ciascun server di laboratorio (LS) è a sua volta collegato a più strumenti di misura, *measurement control unit* (MC).



**Figura 6.** Architettura di un laboratorio remoto geograficamente distribuito [Canfora 2004, p.494]

Il vantaggio di questa tipologia di laboratorio è che le esercitazioni possono anche essere distribuite nel tempo, in altre parole i laboratori remoti possono essere sfruttati in tutto l'arco della giornata. In particolare, un telescopio controllato da remoto può essere utilizzato nella usuale attività didattica di mattina o primo pomeriggio se il telescopio è collocato in un'area geografica con una sufficiente differenza di fuso orario. Inoltre in base alle con-



dizioni meteorologiche si può scegliere il telescopio che si trova nella condizione di osservazione migliore. In figura 7 è schematizzato l'uso distribuito di un sistema di laboratori remoti.

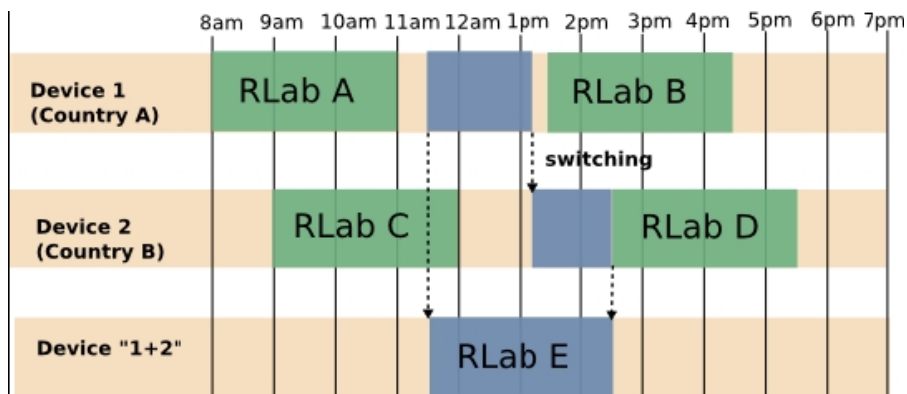


Figura 7. Uso distribuito di una rete di laboratori remoti [Gravier 2008, p.22]

Per quanto riguarda l'interazione degli utenti con gli strumenti, in letteratura si distinguono tre tipologie di esperimenti [Nedic 2007, p. 26]:

- **Sensor experiment**, sono gli esperimenti nei quali gli studenti monitorano l'esecuzione di un esperimento prelevandone i dati dai sensori senza interferire con l'esperimento.
- **Batched experiment**, sono gli esperimenti in serie nei quali intervengono dei parametri che possono essere inseriti dall'utente prima dell'inizio dell'esperimento stesso, in questo modo con la stessa strumentazione è possibile eseguire una serie di esperimenti dipendenti dai parametri variabili;
- **Interactive experiment**, quando un utente può interagire con gli strumenti durante l'intera durata dell'esperimento.

### 2.3 Il Laboratorio remoto collaborativo

Il laboratorio a controllo remoto è definito da B. Aktan e altri in [Aktan 1996] come "Second Best to Being There". I laboratori remoti forniscono una situazione reale, poiché l'esperimento viene effettuato su un sistema fisico, in esso sono presenti errori di misura ed altre incertezze dovute al processo reale, tuttavia sono privi della dimensione sociale che la moderna pedagogia indica come aspetto nodale per la formazione. Recentemente si vanno affermando i laboratori collaborativi che rappresentano un'evoluzione del semplice modello di laboratorio remoto.

I “collaboratories” nascono verso la fine degli anni 90 come progetti di ricerca per l’uso collaborativo di esperimenti scientifici [Agarwal 1998]. Tra questi prototipi di laboratori remoti collaborativi, detti appunto *collaboratory*, cito ALS Advanced Light Source Beamline 7.0 al Lawrence Berkeley National Laboratory.

D.A. Agarwal e altri in [Agarwal 1997] concludono: “A *collaboratory* prototype at Beamline 7.0 is now largely complete. The remote researchers are able to monitor experiments, use limited remote control, “walk” around the ALS with remote control cameras, and interact with the researchers at the ALS” [Agarwal 1998, p. 141].

La crescita della pratica di condividere le infrastrutture scientifiche ha poi avuto delle ricadute didattiche ed è andata incrociandosi con la ricerca sul CSCL (Computer Supported Collaborative Learning).

Le modalità in cui la collaborazione tra studenti può avvenire sono tantissime, gli stessi studenti possono elaborare una propria modalità di collaborazione.

La letteratura suddivide i laboratori collaborativi in tre tipologie [Nedic 2007, p. 26]:

- **Single-user laboratories**, quelli in cui un solo utente per volta può interagire con l’esperimento;
- **Semi-collaborative laboratories**: un solo studente conduce l’esperimento e gli altri possono solo osservare;
- **Collaborative laboratories**: un gruppo di studenti distanti l’uno dall’altro può controllare l’esperimento e gli studenti possono nel frattempo comunicare tra loro.

I compiti di un gruppo di lavoro su esperimenti in presenza e remoti si possono suddividere in quattro macroazioni: pianificare, avviare l’esperimento, discutere e scrivere.

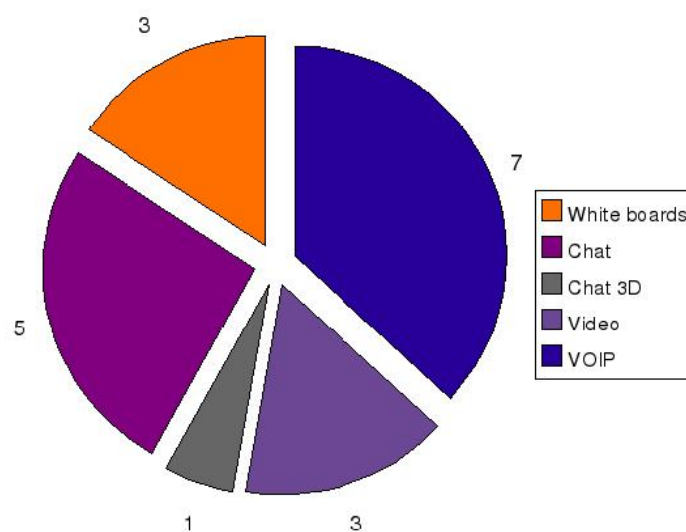
L’elemento innovativo posseduto dal laboratorio collaborativo, che ultimamente si va sempre più affermando, è l’ispirazione ai principi del cosiddetto “*Web 2.0*”. Infatti, il tipo di architettura su cui si basa, favorisce la condivisione di risorse e di conoscenze nello spirito della collaborazione. L’ambiente collaborativo stimola l’interesse ed il coinvolgimento da parte di tutti coloro che partecipano, in considerazione anche del fatto che la collaborazione è alla base delle attività di gruppo.

Un altro aspetto importante di questo tipo di laboratorio è la possibilità di utilizzare la figura del tutor, diversa dal docente.

Questa figura deve vigilare sul processo di comunicazione tra i partecipanti e su tutte le attività che devono essere svolte coprendo, contemporaneamente, diversi ruoli, come quello di coordinatore, organizzatore, supervisore, esercitatore, moderatore e guida tecnica.

I laboratori collaborativi sono dotati di vari sistemi che permettono la collaborazione: sostanzialmente una videoconferenza, un'audioconferenza, una chat, una lavagna condivisa ed un sistema di condivisione del desktop.

C. Gravier e altri in [Gravier 2008, p. 23] hanno raccolto gli strumenti di comunicazione usati in un gruppo di laboratori collaborativi riportando la classificazione della figura 8.



**Figura 8.** Strumenti di comunicazione usati nei laboratori remoti collaborativi [Gravier 2008, p. 23]

T. B. Sheridan in [Sheridan 1992, p. 120] classifica il senso di presenza in

- presenza fisica: essere fisicamente presente in un luogo;
- telepresenza: sensazione di essere effettivamente presso il luogo in cui si svolge l'operazione;
- presenza virtuale: sensazione di essere presente nell'ambiente generato dal computer.

Secondo M. Lombard e T. Ditton [Lombard 1997], la presenza ha sei dimensioni: ricchezza relazionale, realismo, trasporto, immersione, attore sociale e medium.

Questi aspetti sono particolarmente importanti per la progettazione di ambienti remoti collaborativi, poiché contribuiscono a creare uno scenario psicologicamente reale.

---

## 2.4 Astronet

Il gruppo di ricerca al quale ho collaborato ha realizzato “AstroNet”, un software per il Web che consente di far controllare a una classe virtuale reali strumenti di laboratorio, precisamente il telescopio del Dipartimento di Fisica dell’Università del Salento. Il software si propone di simulare l’esperienza di un gruppo di studenti che, sotto la guida di un docente-tutor, sceglie, cerca e osserva un oggetto astronomico attraverso il telescopio, acquisisce e processa le immagini, le commenta e le interpreta con il tutor.

L’osservazione dei corpi celesti richiede telescopi e camere CCD piuttosto costose che difficilmente possono essere acquistate dalle scuole secondarie. D’altra parte il livello di efficienza delle camere CCD permette oggi di ottenere con attrezzature non professionali immagini qualitativamente superiori a quelle ottenute pochi decine di anni fa con telescopi altamente professionali.

Di seguito si riportano le caratteristiche tecniche e didattiche di questo software.

Dall’esame della letteratura sul tema abbiamo riscontrato nei laboratori remoti i seguenti punti di debolezza:

- **Monoutenza:** la maggior parte dei laboratori remoti sono progettati per essere usati da un utente per volta, in questo modo lo studente che è impegnato nella sessione d’uso del laboratorio è di fatto isolato.
- **Gestione dei privilegi:** molti dei software esaminati non gestiscono i differenti privilegi di controllo e di sicurezza che invece sono necessari sia per una didattica efficace sia per la sicurezza stessa della strumentazione.
- **Scarsa riusabilità:** i software sono spesso progettati ad hoc e non possono essere riusati facilmente per laboratori similari, ciò comporta anche elevati costi di progettazione e realizzazione del software per ciascuno strumento o laboratorio on line.
- **Mancanza di interoperabilità:** attualmente quasi tutti i laboratori remoti controllano solo un dispositivo per volta, sarebbe invece utile poter avere il controllo di più dispositivi, collocati nello stesso laboratorio o in laboratori differenti, ma controllati con la stessa interfaccia per lo studente e possibilmente anche nella stessa sessione.
- **Mancanza di *presence awareness*:** la sensazione di presenza è alla base della collaborazione e del lavoro di gruppo, è fondamentale per la costruzione del sapere e dello sviluppo di competenze di livello superiore.

- **Mancanza di prospettiva dell'utente:** ciascun utente deve poter assumere differenti ruoli; oltre al proprio ruolo (studente, tutor, docente) l'utente deve potersi mettere dal punto di vista degli altri: lo studente deve poter assumere il ruolo di chi usa la strumentazione, di chi spiega il perché, il docente assumere il ruolo di chi ascolta, ecc.
- **Mancanza di dinamica di gruppo:** la distinzione dei vari ruoli tra il gruppo studenti (leader, moderatore...), permette di rafforzare l'interesse e la soglia di attenzione ma permette anche al docente di valutare il contributo dei singoli studenti.
- **Scarsa attenzione alla disponibilità di banda:** dovendo progettare un'applicazione che permette l'interazione tra diversi utenti e diversi dispositivi di laboratorio occorre progettare con cura l'impegno della banda disponibile per ciascuna delle interazioni e per i link tra i vari strumenti e utenti.

AstroNet è stato progettato seguendo un approccio generale, scalabile e riusabile, non limitato cioè a uno specifico strumento. Uno degli obiettivi della progettazione è stato quello di definire alcune linee guida e degli standard di approccio alla progettazione del laboratorio remoto collaborativo. Questo aspetto è importante quando si cerca di mettere on line una serie di strumenti, sia di tipo diverso (telescopio, microscopio, braccio robotico...) sia dello stesso tipo (più telescopi dislocati geograficamente ma fruibili con lo stesso applicativo web e all'interno della stessa pagina web).

L'approccio è stato perfezionato durante due anni di attività, utilizzato in 15 classi di studenti di scuole superiori del Salento da settembre 2007 a giugno 2008. Durante le sessioni di uso del laboratorio remoto collaborativo sono state osservate le tipologie di interazione tra studenti e docenti interni, è stata valutata la modalità di inserire un'esperienza didattica di questo tipo all'interno dell'usuale curriculum scolastico. Sono state osservate le modalità d'uso della strumentazione, verificata la messa in sicurezza degli strumenti. E' stata poi posta particolare attenzione agli elementi motivazionali di una sessione di osservazione.

Le caratteristiche di AstroNet possono essere così riassunte:

- **Web-based:** gli studenti non hanno bisogno di software speciale da installare sul proprio computer; si presenta come una usuale pagina Web alla quale si accede con un usuale web-browser; l'implementazione è basata su protocolli standard e plug-in di larga diffusione in modo da garantire la compatibilità con il Web.
- **Progettato con un approccio sistematico:** per ottenere un software modulare, flessibile, scalabile ed efficace AstroNet è stato progettato con metodologia UWA (*Ubi-*

*quitous Web Application*) [Paolini 2001], appositamente estesa ai concetti del Web collaborativo.

- **Collaborativo:** una multi-videoconferenza, per un piccolo gruppo di partecipanti, da 2 a 10 tra studenti e docenti, condividono un'esperienza di osservazione astronomica attraverso un telescopio reale; ognuno (studenti, docenti e tutor) è in grado di ascoltare e vedere gli altri partecipanti e contestualmente gestire il telescopio, la camera CCD e altri disposizioni a corredo; un tutor/supervisore ha il ruolo di gestire la sessione di laboratorio, autorizzare le richieste di controllo e proteggere la strumentazione da eventuali operazioni pericolose.

L'aspetto collaborativo mira a sviluppare:

- **presence awareness:** strumenti di videoconferenza, chat, lavagna condivisa, canale audio rafforzano la sensazione di co-presenza virtuale e sviluppano la collaborazione tra studenti, docenti interni e tutor (anche nei laboratori in presenza gli studenti possono evidenziare una scarsa presenza psicologica, nel senso che sono distratti o annoiati se il loro ruolo consiste semplicemente nell'osservare passivamente lo studente o il docente che interagisce fisicamente con i dispositivi);
- **punto di vista:** l'applicazione è stata progettata per realizzare i differenti punti di vista di studenti, tutor e docente;
- **dinamiche di gruppo:** l'applicazione cerca di rendere possibile e di gestire le dinamiche di gruppo che solitamente si sviluppano in un'attività didattica in classe: il tutor può prendere decisioni a seconda del comportamento degli studenti (disabilitare/abilitare l'audio e il video di ciascuno studente, abilitare/disabilitare il controllo remoto della strumentazione per gli studenti che hanno dimostrato di aver raggiunto le competenze d'uso e di sicurezza necessarie);
- **integrabilità con i curricula:** l'esperienza maturata nelle attività didattiche svolte in classi di studenti, alla presenza dei docenti della classe, ha permesso di individuare alcune modalità per integrare l'uso del laboratorio remoto all'interno della didattica curricolare, consentendo ai docenti di presentare un'attività molto prossima a quella solitamente svolta nei laboratori.

**L'architettura.** L'architettura dell'applicazione è schematizzata in figura 9.

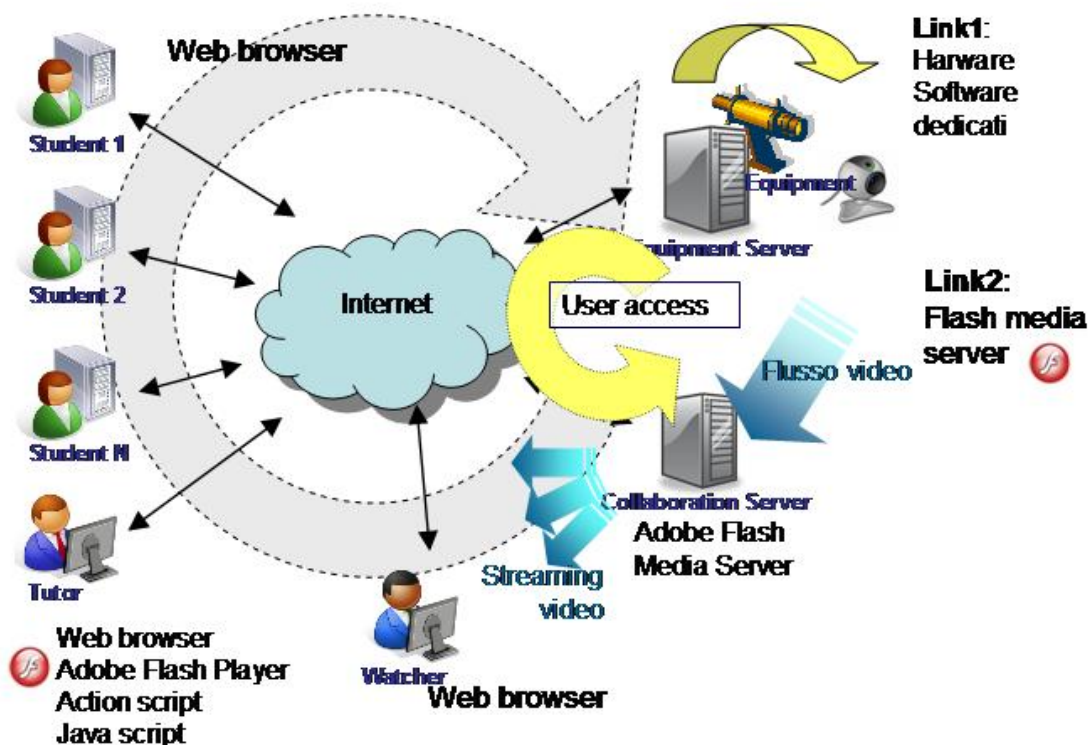


Figura 8. Vista d'insieme dei componenti di Astronet

**Equipment.** La strumentazione è costituita da:

- telescopio riflettore 200mm Newton-Cassegrain, attualmente nella configurazione Cassegrain;
- rifrattore Pentax SDHF 75 mm apochromatico in parallelo;
- montatura AstroPhysics 1200GTO;
- CCD SBIG Research STL1301E con porta filtri rotante motorizzata (BVRI, RGB and narrow band filters);
- Atik 16HRC camera b/n;
- Canon EOS 350D photo camera;
- telescopio solare;
- telecamera b/n ad alta sensibilità 0.01 lux per le riprese del fondo cielo o dell'interno cupola per mostrare i movimenti della strumentazione.

**Equipment Server.** L'equipment server interagisce con l'applicazione che gestisce il telescopio, acquisisce informazioni ambientali sulla sicurezza della strumentazione e gestisce i privilegi degli utenti. Il link con i vari strumenti che costituiscono l'equipment si ottiene con le connessioni hardware dedicate e i software proprietari di ciascuno strumento. L'Equipment server è stato progettato per interagire con un generico software di controllo di strumenti, semplicemente customizzando i comandi specifici dei singoli strumenti.

**Collaboration Server.** Il server collaborativo gestisce la logica della collaborazione e lo streaming del video sia quello proveniente dall'equipment server, sia quello proveniente dalle web-cam degli utenti. La scalabilità dell'architettura è legata alla capacità di gestire diverse classi virtuali e diversi *Equipment Servers*, per accedere anche a telescopi collocati in siti differenti, in modo da poter cambiare telescopio e scegliere quello situato nel luogo con la migliore visibilità del cielo.

**Client.** I client rappresentano gli studenti, il tutor e il docente appartenenti alla classe virtuale. Ricevono dal Collaboration Server l'audio e il video degli altri client e anche il video proveniente dalla strumentazione di laboratorio e dalla telecamera della cupola.

Tecnicamente AstroNet si basa sulle capacità di streaming di Adobe Flash Media Server (FMS) un software che consente ai partecipanti di ricevere e trasmettere il proprio flusso audio/video, proveniente dalle loro web-cam e microfoni, analogamente a quanto accade in una multi conferenza. Il video proviene dalla strumentazione dell'osservatorio (Il software Sky6 che guida il telescopio, il software della camera CCD, il segnale video proveniente dalla videocamera ad alta sensibilità) viene acquisito dal server, compresso e inviato in streaming a tutto il gruppo di utenti dal FMS. L'audio proveniente dai vari utenti (studenti, tutor, docente) viene raccolto dal Collaboration Server, mixato e inviato su un unico canale a tutti gli utenti della classe virtuale.

La scelta di adottare Flash Media Serve (FMS) per la gestione del flusso audio/video richiede che ogni partecipante abbia sul proprio computer Adobe Flash Player, un plug-in largamente diffuso e disponibile per ogni sistema operativo e per ogni browser. Il plug-in è ormai installato su quasi tutti i computer che abitualmente navigano in Internet. Ciò rende AstroNet facilmente accessibile a tutti gli utenti.



Per controllare da remoto il telescopio e la camera CCD è stato invece necessario sviluppare un'applicazione specifica per catturare i comandi dati attraverso mouse e tastiera del computer dell'utente autorizzato. Quest'applicazione è scritta in ActionScript e Javascript per la parte relativa al client, in Active Server Pages (ASP) e VisualBasic 6 con accesso a Windows Application Programming Interface (API) per la parte relativa al server. La comunicazione tra client e server avviene sulla porta 80.

Il *software* utilizzato per realizzare il controllo remoto degli strumenti è proprietario di tipo commerciale e comprende:

- *TheSky Astronomy Software* (versione 5);
- *CCDSOFT CCD Astronomy Software* (versione 4.0.025);
- *AutomaDome Dome Control Software* (versione 1.00.003);
- *Orchestrate Scripting Software* (versione 1.00.007);
- *Microsoft Windows Script Host*.

Grazie al software precedente vengono utilizzati gli oggetti messi a disposizione dal RASCOM (*Remote Astronomy Software Component Object Model*), un *software* commerciale della *Software Bisque*, che mette a disposizione una collezione di metodi e proprietà che permettono di scrivere, tramite linguaggi di alto livello, delle applicazioni per il *software* della *Bisque* ed utilizzare i dispositivi di controllo in modo automatizzato.

Gli oggetti ed i rispettivi metodi e proprietà messi a disposizione sono:

- *Camera*, per controllare la CCD;
- *Dome*, per controllare la cupola dell'osservatorio;
- *FilterWheel*, per gestire i filtri della CCD;
- *Telescope*, per controllare il telescopio;
- *TheSky*.

**Interfaccia di AstroNet.** In figura 9 è riportata l'interfaccia di AstroNet, con la descrizione dei principali componenti.

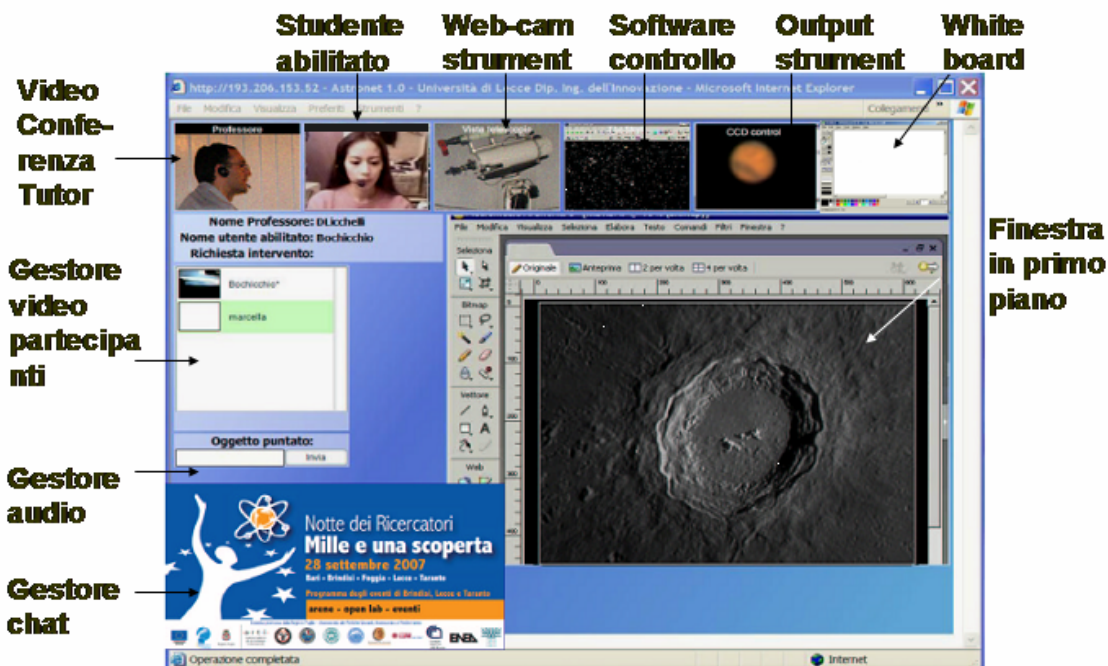


Figure 9: AstroNet durante una dimostrazione di una sessione d'uso collaborativa del telescopio.

- una *BuddyList* in cui sono visualizzati tutti gli utenti connessi, con una miniatura del video della web-cam di ciascuno;
- un flusso audio/video del docente che tiene la lezione;
- un flusso audio/video dello studente autorizzato;
- un mixer audio visibile solo al tutor che permette di ridurre o aumentare il volume dell'audio proveniente dai singoli studenti;
- un flusso video della telecamera esterna montata sul telescopio;
- un flusso video proveniente dallo schermo del computer sul quale è avviato *TheSky6* che gestisce la connessione al telescopio;
- un flusso video della CCD collegata al cercatore e che permettere di prendere foto degli oggetti luminosi osservati;
- una console dei comandi per controllare da remoto il telescopio: all'avvio della lezione è disponibile solo al docente, mentre in seguito può essere ceduta allo studente di volta in volta autorizzato;
- uno spazio dedicato alla *chat*;
- una whiteboard condivisa per scrivere formule, discutere e sovrascrivere sulle immagini catturate;

- accesso al software di rielaborazione delle immagini catturate dalla CCD o dalla fotocamera;
- accesso a immagini d'archivio.

La sessione d'uso del telescopio è stata strutturata nel seguente modo:

Nei primi 30 minuti il docente fa una breve lezione di astronomia, presentando gli oggetti che saranno visibili e le tecniche di osservazione del cielo. Nei 30 minuti seguenti viene descritto il telescopio, la strumentazione e l'architettura informatica di AstroNet; vengono anche esaminate alcune foto di rassegna catturate in sessioni precedenti. Vengono poi proposte le seguenti attività.

- Connessione all'applicazione Web e set up di video e audio.
- Semplice interazione con il tutor e con gli altri studenti on line: ciascuno studente può intervenire nella discussione e chiedere il controllo del telescopio. Il tutor abilita a turno gli studenti che ne hanno fatto richiesta, i loro video appaiono di volta in volta ingranditi e posizionati in alto nella barra della strumentazione.
- Uso remoto del software Sky6, ricerca dell'oggetto celeste da osservare, interrogazione del software sulle attuali coordinate dell'oggetto, rotazione della cupola, puntamento del telescopio.
- Prendere una foto dell'oggetto celeste attraverso la CCD, valutare il risultato, processare la foto ottenuta in modo da rendere più chiaro l'oggetto fotografato, modificare filtri e parametri di acquisizione, catturare altre foto.

**Adobe Flash e Flash Media Server.** E' un *software* proprietario adatto non solo ad un uso grafico per animazioni vettoriali, nelle ultime versioni è divenuto un potente strumento per la creazione di *Rich Internet Application (RIA)* e piattaforme di *streaming* audio/video. Nel mondo Internet il formato *flash* (estensioni *swf* ed *flv*) rappresenta ormai uno standard per la creazione di contenuti animati ed interattivi. La quasi totalità dei *browser* supporta il *plug-in* per questo formato che consente di riprodurre animazioni di grafica vettoriale e filmati video in *streaming*. L'ambiente di sviluppo si avvale del *server* collaborativo *Flash Media Server*<sup>5</sup>. Permette di creare e distribuire una vasta gamma di applicazioni per la comunicazione audio/video in tempo reale: *video on demand*, trasmissioni dal vivo di eventi *web*, *streaming* di MP3, *video blogging*, video messaggi e ambienti multimediali per la

---

<sup>5</sup> <http://www.adobe.com/it/products/flashmediaserver/productinfo/datasheet/> (05.03.2009)

---

*chat*, audio/video conferenza. Queste applicazioni video si avvalgono *codec On2 VP6* completo del controllo automatico della connessione di banda dell'utente e della capacità di adattarsi allo *stream*.

**Mixer audio a supporto della multiconferenza.** AstroNet è dotato di un sistema in grado di gestire l'audio della voce di ciascun utente presente in videoconferenza attraverso due applicazioni: l'applicazione che deve essere lanciata sul server deve poter essere controllata da remoto da un'altra applicazione. La prima, alla quale è stato assegnato il nome di *mixer audio*, deve essere mandata in esecuzione sul server e deve gestire direttamente tutti i flussi audio provenienti dalla videoconferenza. La seconda, chiamata *mixer control* è un'applicazione *web* che controlla da remoto la *mixer audio* lanciata sul *server*. La scelta di realizzare un *mixer* a supporto della videoconferenza nasce dalle seguenti necessità:

- ridurre la quantità di banda per poter aumentare il numero di utenti nel sistema di videoconferenza, ciò si è ottenuto modificando il modo in cui avviene la distribuzione e la circolazione dei flussi audio dei vari utenti;
- dotare il tutor di uno strumento diagnostico per individuare le cause che impediscono a uno o più utenti di usufruire della videoconferenza; il mixer deve quindi fornire informazioni sulla latenza, la velocità di *upload* e la velocità di *download* relative a ciascun utente;
- permettere al tutor di aumentare o ridurre il volume audio di ciascuno studente in videoconferenza;
- fornire la possibilità di poter iniziare e fermare una sessione di registrazione audio.

Nel sistema di videoconferenza a  $N$  utenti, ciascuno trasmette il proprio flusso audio/video e riceve  $N-1$  flussi audio/video, ciò comporta una richiesta di banda per la trasmissione che aumenta linearmente all'aumentare di  $N$ , mentre per la ricezione la banda complessiva (banda aggregata, lato server) aumenta con il quadrato di  $N$ . Infatti il server invia a ciascuno degli  $N$  utenti un numero di flussi audio/video pari ad  $N-1$ .

Il secondo fattore, che incide sulla richiesta di banda, dipende dalla qualità con cui ciascun utente decide di trasmettere il proprio video e il proprio audio. Per l'audio il parametro di riferimento è la frequenza di campionamento, espressa in *kHz*. Per il video i fattori sono: il numero di pixel ( $n \times m$ ), il numero di frames per secondo (fps), il numero di keyframes (kfrs) da utilizzare per la compressione.

Per stimare la richiesta di banda all'aumentare del numero di utenti, si sono tenuti presenti i parametri riportati in [Towes 2004a, 2004b] e quelli ottenuti con opportuni test.

Impostando camera e microfono a 120x90 pixels, 6 fps, 12 kfrs, 5kHz per l'audio la banda richiesta per un solo flusso audio/video può oscillare tra  $(30 \div 20)$  Kb/s, di cui  $(20 \div 15)$  Kb/s per il video e  $(10 \div 5)$  Kb/s per l'audio. Di conseguenza la banda richiesta in trasmissione è pari a circa  $N \times (30 \div 20)$  Kb/s, di cui  $N \times (20 \div 15)$  Kb/s per il video e  $N \times (10 \div 5)$  Kb/s per l'audio, mentre quella in ricezione è pari a circa  $N \times (N-1) \times (30 \div 20)$  Kb/s. Pertanto ogni utente dovrà essere in grado di mantenere una velocità in *upload* di almeno 30 Kb/s e in *download* di almeno  $(N-1) \times 30$  Kb/s.

Da qui la necessità di dover organizzare diversamente il funzionamento del sistema di videoconferenza aggregando tutti i flussi audio in uno solo e intervenire ulteriormente su questo unico flusso per ridurre l'occupazione in banda. In questo modo ogni utente riceve un unico flusso audio ottenuto dall'aggregazione degli  $N-1$  flussi. In altre parole, per il solo flusso audio la richiesta di banda è lineare invece che quadratica.

## 2.5 MicroNet

Con il progetto MicroNet ci siamo posti l'obiettivo di estendere AstroNet all'uso remoto e collaborativo del microscopio Zeiss EVO 40<sup>6</sup> situato presso il Laboratorio di Microscopia Elettronica per Scansione del Dipartimento di Ingegneria dell'Università del Salento.

Questo microscopio elettronico utilizza la tecnologia della scansione SEM (*Scanning Electron Microscope*), le cui caratteristiche sono:

- tavolino motorizzato su 5 assi;
- modalità di operazioni in alto vuoto (HV) ed in pressione variabile estesa (XVP) nel *range* da 1 a 750 Pa, per analizzare campioni non conduttivi;
- rivelatore di elettroni secondari in alto vuoto (ET-SE), rivelatore di elettroni retrodiffusi (BSE);
- risoluzione di 3 nm ed intervallo di ingrandimenti da 7x a 100.000x;
- sistema ICE (*Integrated Computer Environment*) che permette di collegare il microscopio con un PC e controllarlo tramite il sistema di controllo remoto *NetSEM*<sup>TM</sup> ;

---

<sup>6</sup> <http://www.smt.zeiss.com/nts>

- controllo via software in ambiente Windows ed in tempo reale tramite tastiera e/o mouse per mezzo dell'interfaccia grafica SmartSEM™ che permette di controllare tutti i parametri operativi;
- software per la mappatura chimica degli elementi e per i profili di concentrazione.

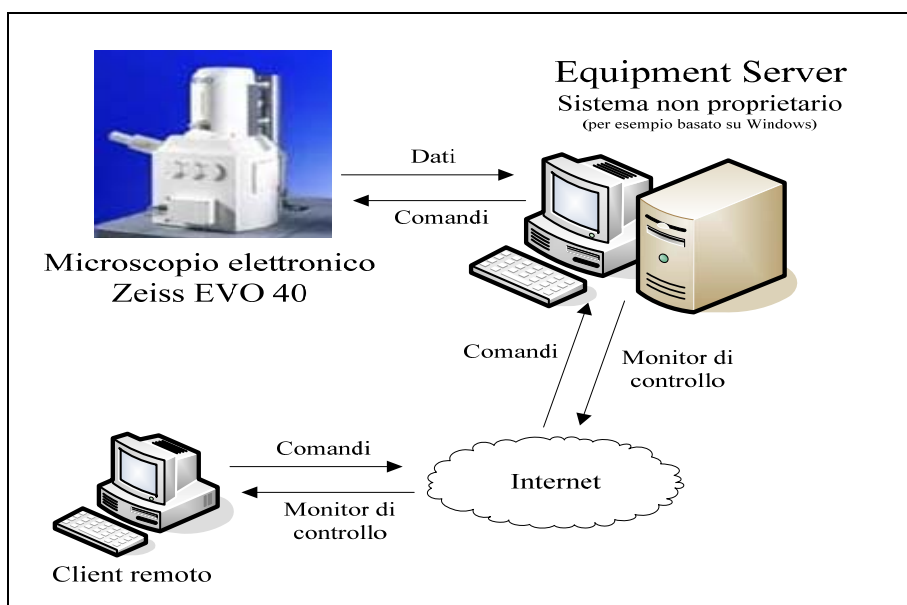
Un microscopio con tecnologia SEM analizza la superficie del campione porzione per porzione, mediante un “pennello” elettronico di sezione paragonabile alla risoluzione del microscopio (dell'ordine del nm). Gli atomi della superficie, colpiti dagli elettroni del fascio, emettono elettroni secondari (riflessi o diffratti) che, insieme agli elettroni trasmessi, vengono raccolti da un rivelatore e convertiti in segnali elettrici. Ogni punto del campione analizzato corrisponde a un *pixel* dello schermo televisivo, cosicché, man mano che il fascio elettronico scorre sul campione, sullo schermo si costruisce un'immagine completa. Un SEM ha fattore di ingrandimento pari a circa 100.000 e fornisce un'immagine tridimensionale molto dettagliata. Con i modelli più recenti, è possibile anche seguire l'evolversi di un processo dinamico, come la reazione di un campione a una variazione di temperatura, a una trasformazione chimica o a una sollecitazione meccanica.

Il software che gestisce AstroNet è in grado di gestire MicroNet. In sostanza il software installato sull'equipment server è di tipo parametrizzato, nel senso che modificando specifici parametri lo stesso software è in grado di gestire sia il telescopio sia il microscopio.

Per il controllo di *SmartSEM™* sono state progettate 3 macro applicazioni.

- A1. Una lato *server* scritta in *Flash*, ospitata sul *web server* e lanciata dall'*equipment server* che cattura in tempo reale il flusso video dello schermo dell'*equipment server* sul quale è in esecuzione il *software SmartSEM™* e invia al *Flash Media Server* il flusso video suddetto;
- A2. Una lato *client* scritta in *Flash*, ospitata sul *web server* e lanciata sul *client* di un utente che permette ad un utente remoto di poter vedere la schermata del software *SmartSEM™* grazie al *desktop remoto* riprodotto in tempo reale dal flusso video inviato da A1, permette poi di inviare all'applicazione A3 i vari comandi da *mouse* e da tastiera del solo utente autorizzato;
- A3. Una di tipo *desktop*, scritta in *Visual Basic*, installata e lanciata sull'*equipment server* che integrando al suo interno un'applicazione *Flash* grazie ad un oggetto *ActiveX*, intercetta in maniera sincrona i comandi (caratteri da tastiera, coordinate ed

eventi del *mouse*) dell'utente remoto che sta usando l'applicazione *A2*, riceve ed interpreta i comandi intercettati dall'applicazione *Flash* suddetta; esegue i comandi all'interno dell'applicazione *SmartSEM™* per controllare il microscopio elettronico. Le applicazioni sono state sviluppate per funzionare in ambiente *Microsoft Windows* poiché l'*equipment server* gira su sistema operativo *Windows XP Professional*. L'ambiente *Windows* è sembrato quello più naturale tenendo conto della sua larghissima diffusione nelle scuole italiane.



**Figura 10.** Schema di controllo remoto del microscopio Zeiss EVO 40

## Capitolo 3: ONLINE LEARNING COMMUNITIES

### 3.1 Dal Web 2.0 all'eLearning 2.0

Il termine Web 2.0 appare per la prima volta nel 2004 durante un brainstorming a una conferenza organizzata da Tim O'Reilly [O'Reilly 2005]; qualche mese dopo venne organizzata la prima conferenza sul Web 2.0<sup>1</sup>. Si tratta di un'espressione dall'uso vago e incerto che si utilizza per fare riferimento a siti e risorse che hanno alcune caratteristiche comuni. Durante questo storico brainstorming, nel quale semplicemente si mettevano in evidenza i cambiamenti del World Wide Web, fu stilato un elenco di siti e applicazioni (vedi Tabella 1) che tenevano conto di un modo nuovo di progettare la partecipazione, le comunità e la condivisione dell'informazione sul Web.

Web 1.0	Web 2.0
DoubleClick	Google AdSense
Ofoto	Flickr
Akamai	BitTorrent
mp3.com	Napster
Britannica Online	Wikipedia
personal websites	Bloggng
Evite	upcoming.org and EVDB
Domain name speculation	search engine optimization
page views	cost per click
screen scraping	web services
Publishing	Participation
Content management systems	Wikis
directories (taxonomy)	tagging ("folksonomy")
Stickiness	Syndication

Tabella 1. Prima parte della lista del brainstorming condotto da T. O'Reilly [O'Reilly 2005]

Come afferma lo stesso T. O'Reilly : “Si può visualizzare il Web 2.0 come un insieme di principi e di procedure che collegano un autentico sistema solare di siti che dimostrano questi principi, o parte di essi, a una distanza variabile da tale centro.” [O'Reilly 2005]. L'articolo di O'Reilly elenca poi alcune differenze che hanno decretato il successo nell'evolversi del Web di alcuni siti, aziende, iniziative. Riportiamo alcuni casi significativi.

<sup>1</sup> <http://www.web2summit.com>



- **Netscape vs Google.** Netscape è indicato come l'archetipo del Web 1.0; quest'azienda diede vita al software omonimo, un browser web, un'applicazione desktop, con la strategia di ottenere il predominio nel mercato dei browser e vendere poi prodotti server di fascia alta. Nel tempo, tuttavia, - sostiene O'Reilly - sia i web browser sia i web server si sono dimostrati delle commodity mentre è cresciuto il valore dei servizi forniti sul Web. Google non è un insieme di strumenti hardware e software, è un database specializzato che ha iniziato la sua attività come un'applicazione web, non concepita come strategia di vendita di qualcos'altro ma come servizio fine a se stesso. Le licenze e il controllo delle API che nella generazione precedente di software sono stati valutati come gli elementi chiave per gestire il potere su Internet, nel tempo si sono dimostrati irrilevanti rispetto ai contenuti che risiedono sul Web: Google è riuscita a inserirsi nello spazio tra i browser che richiedono i contenuti e i server che li possiedono. Google non si è proposto come un software da installare sui PC, nella logica delle release ma come applicazioni e utility in continua evoluzione che restano invisibili (e inaccessibili) all'utente.
- **DoubleClick vs AdSense.** DoubleClick è rimasta legata alla convinzione originaria degli anni '90 secondo la quale il Web significava pubblicare e non partecipare, gli inserzionisti avrebbero gestito le regole del Web, il quale sarebbe stato dominato da pochi grandi editori. Seguendo questi principi DoubleClick ha limitato il suo mercato a poche migliaia di siti ritenuti qualitativamente superiori. Il sistema di inserzioni Google AdSense si è invece sviluppato su quella che generalmente viene definita la 'lunga coda di Internet', la miriade di piccoli siti che possiedono la fetta più grossa dei contenuti sul Web. Ouverture di Yahoo! e AdSense di Google, a differenza di DoubleClick, hanno seguito l'idea della gestione 'self service' consentendo a tutti gli autori di contenuti di inserire annunci, uscendo anche fuori dagli standard dei banner, preferendo testi e spazi pubblicitari meno invasivi e gestibili direttamente anche dal piccolo editore o autore.
- **Akamai vs BitTorrent.** Akamai è un'azienda specializzata nel fare da mirror ai principali siti di Internet, facilita l'accesso ai siti high-demand, come afferma O'Reilly, fa business "con la testa e non con la coda, con il centro e non con la periferia". BitTorrent ha un approccio verso la decentralizzazione di Internet, secon-

do l'idea che ogni client può essere un server, utilizzando sia i dati distribuiti sui client sia la loro banda.

**Elearning 2.0.** Dal 2004 il termine "Web 2.0" ha provocato una rivoluzione su Internet e suscitato alcune nuove idee per la formazione online detta "e-learning 2.0". A Bartolomé in [Bartolomé 2008] afferma:

L'ambiguità di questi due termini [Web 2.0 ed eLearning 2.0] non consente di affermare che sta nascendo un nuovo paradigma per l'educazione a distanza migliorata con le tecnologie, ma pare che alcune idee modifichino effettivamente aspetti essenziali dei programmi educativi tradizionali.

- Internet come piattaforma, o come sistema basato su diversi tipi di apparecchi, modifica il concetto dello "studio ovunque, in qualsiasi momento".
- L'intelligenza collettiva e le esperienze valorizzanti degli utenti influiscono sulla nozione di "autorità nei sistemi educativi".
- I tag e i lettori RSS ci consentono di rivisitare la tassonomia tradizionale, l'organizzazione delle conoscenze e la ricerca d'informazioni.
- La possibilità di scegliere tra diversi tipi di apparecchi per svolgere attività di apprendimento (PDA, iPod, computer...) appare come una questione puramente tecnica ed accessoria, che implica però la possibilità di imparare in qualsiasi momento: in viaggio, camminando, ecc. Grazie al Web 2.0 sembra scomparire la distinzione tra i momenti di studio e quelli di non studio.

Bartolomé fondamentalmente si dichiara scettico sulla possibilità che questi cambiamenti possano portare a delle modifiche sostanziali nell'elearning istituzionale, probabilmente sarà usato più come operazione di marketing che di cambiamento effettivo. Tuttavia è fuori discussione il fatto che il Web 2.0 abbia profondamente cambiato almeno l'apprendimento informale mentre l'elearning dei corsi istituzionali rimane legato al concetto di piattaforma che eroga contenuti e verifica l'apprendimento.

**PLE.** Nello stesso anno in cui viene coniato il termine Web 2.0, D. Tosh e B. Werdmuller danno vita a Elgg<sup>2</sup> descritto come *Personal Learning Environment* (PLE). Elgg nasce come un e-portfolio nel quali gli studenti possono creare, raccogliere e mostrare il loro lavoro. Un PLE è un sistema che consente di gestire il proprio apprendimento: fissare gli obiettivi, gestire contenuti e processi, comunicare con altri, raggiungere gli obiettivi prefissati. Si può comporre di più sottosistemi, sia applicazioni desktop sia applicazioni e servizi web-based. Fondamentalmente include aspetti formali e informali dell'apprendimento, l'uso di social network che superano i confini istituzionali, l'uso di protocolli di rete (Peer-to-Peer, Syndication) per connettersi a una grande quantità di ri-

---

<sup>2</sup> <http://elgg.org/>

sorse disponibili liberamente, il tutto all'interno di uno spazio web personalizzato. In un PLE si cerca quindi di uscire dalla visione *institution-centric* o *course-centric* tipica delle piattaforme elearning stile 1.0.

T. Anderson in [Anderson T. 2005] descrive la sperimentazione di un *educational social software* ESS, un tool di ELGG, in alcuni corsi nell'Università di Athabasca del Canada<sup>3</sup>. Lo stesso autore in [Anderson T. 2006] identifica sei vantaggi dei PLE rispetto ai LMS:

- identità: gli studenti esistono indipendentemente dalla scuola formale;
- facilità d'uso: personalizzazione fatta dallo stesso utente;
- controllo e responsabilità della proprietà: il contenuto appartiene a chi lo usa;
- copyright e riusabilità: il proprietario e non l'istituzione prende queste decisioni;
- presenza sociale: supporto alla comunicazione e 'online culture';
- velocità e innovazione: le nuove applicazioni evolvono rapidamente e nuove features invadono i PLE.

S. Downes in [Downes 2005] indica come una delle caratteristiche specifiche dell'e-learning di seconda generazione la partecipazione degli studenti a wiki e blog: gli studenti invece di discutere con i loro compagni di corso si trovano a discutere su un'ampia classe di argomenti con i loro pari di tutto il mondo. La partecipazione degli studenti ai blog e ai wiki costituisce quindi, per i fautori dell'elearning 2.0, una forte partecipazione attiva, non formale, che diviene automaticamente una forma immediata di verifica delle competenze-conoscenze raggiunte e soprattutto attraverso il social network realizza una comunità di pratica difficilmente raggiungibile con un LCMS.

What happens when online learning ceases to be like a medium, and becomes more like a platform? What happens when online learning software ceases to be a type of content-consumption tool, where learning is "delivered," and becomes more like a content-authoring tool, where learning is created? The model of e-learning as being a type of content, produced by publishers, organized and structured into courses, and consumed by students, is turned on its head. Insofar as there is content, it is used rather than read—and is, in any case, more likely to be produced by students than courseware authors. And insofar as there is structure, it is more likely to resemble a language or a conversation rather than a book or a manual." [Downes 2005]

---

<sup>3</sup> <http://me2u.athabasca.ca/elgg/> (07.03.2009)

S. Schaffert e W. Hilzensauer in [Schaffert 2008] indicano sette aspetti cruciali dei PLE:

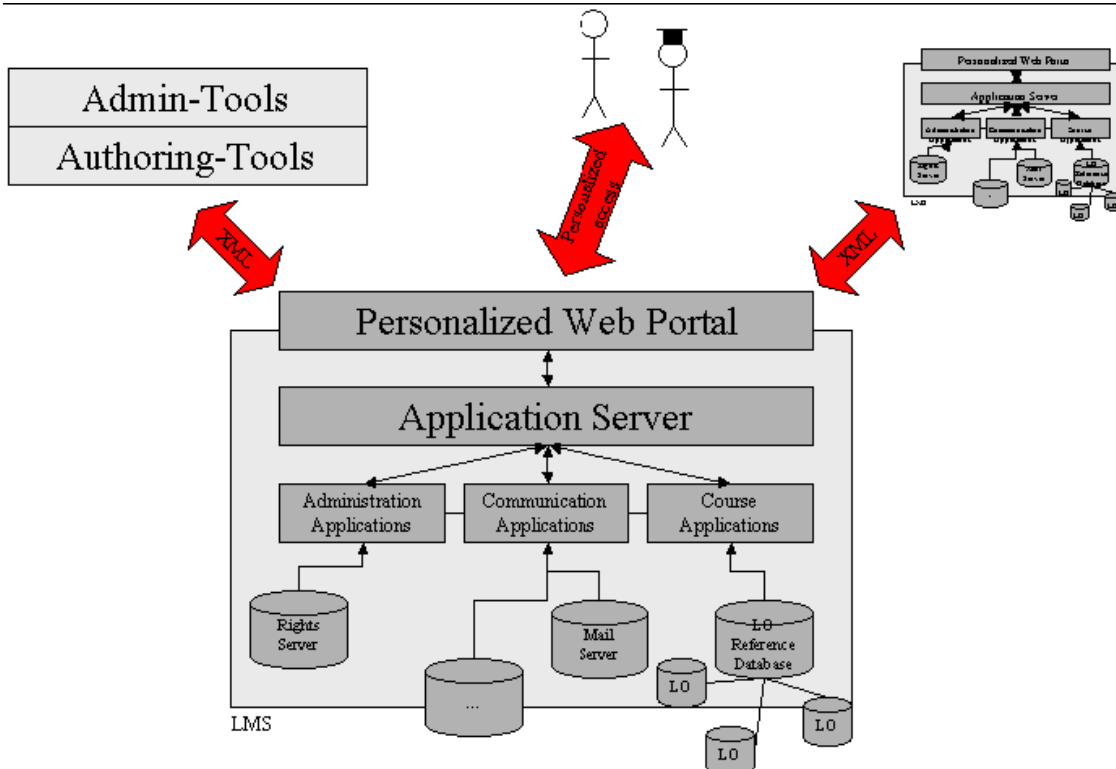
- il ruolo del discente come creatore attivo ed auto-diretto del contenuto;
- la personalizzazione con il supporto e i dati dei membri della comunità;
- il contenuto dell'apprendimento come un "bazar" illimitato;
- il ruolo fondamentale della partecipazione sociale;
- la proprietà dei dati del discente;
- il significato dell'apprendimento auto-organizzato per la cultura degli istituti e organizzazioni educative;
- gli aspetti tecnologici dell'uso di strumenti di social networking e dell'aggregazione di molteplici fonti.

		<b>LMS</b>	<b>PLE</b>	<b>challenges &amp; shifts</b>
1	role of learner	learner as consumer of pre-defined learning materials, dependent on the "creativity" of the teacher	active, self-directed, creator of content	shift from consumer to "prosumer", self organisation is possible AND necessary
2	Personalisation	... is an arrangement of learning assignments and materials according to a (proposed or pre-defined) learner's model, based on an underlying expert system	... means to get information about learning opportunities and content from community members and learning services fitting to the learner's interests (via tags/RSS)	competence for usage of several tools and a self organisation is needed
3	content	developed by domain experts, special authors, tutors and/or teachers	the infinite "bazaar" of learning content in the Web, exploring learning opportunities and services	necessary competences to search, find and use appropriate sources (e.g. Weblogs)
4	social involvement	limited use of group work, focus on the closed learner group (e.g. in the LMS), collaboration and exchange not primarily in the focus	the community and the social involvement (even in multiple communities) is the key for the learning process and the recommendations for learning opportunities	community and collaboration as the central learning opportunities
5	Ownership	content is generally owned by the educational institutions or the students, due to technological reasons, this ownership can not always be realised	content is organised in multiple, Web-based tools, ownership is controlled by the learners themselves and/or (commercial) service providers	awareness of personal data is needed
6	Educational & organisational culture	imitation of classroom learning, course-orientated, teacher-orientated features	self-organised learner in the focus	change of learning culture and perspective – move towards self organisation and

				self determination
7	Technological aspects	Classical learning content needs interoperability between LMS and data repositories	Social Software tools and aggregation of multiple sources	required interoperability between LMS and the Social Software

**Tabella 2.** Sette aspetti cruciali del passaggio dai LMS ai PLE [[Schaffert 2008, p.4]

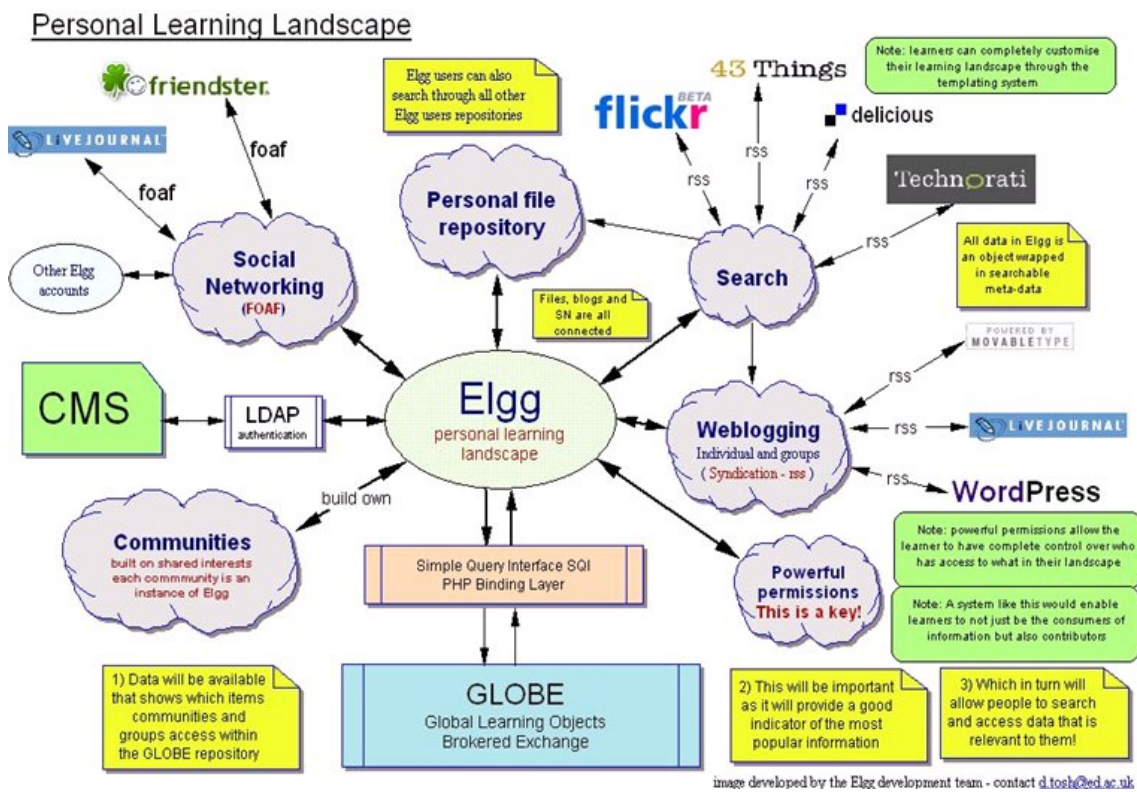
In figura 1 è presentata un'architettura di LMS, tratta da [Lischka 2002], per la realizzazione di una Virtual Global University.



**Figura 1.** Architettura di un LMS [Lischka 2002]

La piattaforma presenta accessi distinti per amministratori, autori, studenti, comprende strumenti di amministrazione e strumenti autore, mentre gli studenti hanno un accesso come fruitori della struttura. Le principali caratteristiche sono: controllo di accesso ai corsi, fornitura dei materiali per i corsi, gestione dei materiali, strumenti di comunicazione (email, forum, whiteboard, chat), test per l'autovalutazione, test per la verifica del successo, motore di ricerca interno, glossario.

In figura 2 è rappresentata un'architettura del PLE Elgg, tratta da [Tosh 2005].



**Figura 2.** Diagramma concettuale per la creazione di un PLE, mostra le funzioni offerte da Elgg e i legami con applicazioni esterne [Tosh 2005]

Elgg, che in varie lingue scandinave significa alce, è il nome scelto per l'applicazione open source progettata da D. Tosh e B. Werdmuller [Tosh 2004] che si propone di produrre le funzioni di un portfolio elettronico integrando componenti e servizi disponibili in rete con quelli forniti dalla piattaforma. Ogni studente gestisce il proprio spazio in completa autonomia, seleziona gli amici con cui interagire, crea comunità di pratica finalizzate al raggiungimento di obiettivi specifici.

**OLC.** Una Online Learning Community può essere descritta come un gruppo di persone che condividono un interesse comune verso una o più discipline da apprendere o da approfondire e che comunicano regolarmente tra di loro grazie all'uso delle tecnologie telematiche. L'evoluzione di Internet è strettamente legata alla crescente aspirazione a fare della Rete il luogo privilegiato dello scambio e della comunicazione, in cui confluiscono tecnologie e relazioni sociali.

L'attenzione verso le attività di apprendimento collaborativo e le comunità di pratica si sviluppa verso la fine del anni '90 per poi assumere nel nuovo millennio un ruolo importante nell'apprendimento mediato da computer. In figura 3 A. Calvani in [Calvani 2005] mette in evidenza l'evoluzione dalla progettazione didattica basata su modelli li-

neari (istruzione programmata, programmazione curricolare) alla componente collaborativa (ambienti di apprendimento, comunità di pratica).

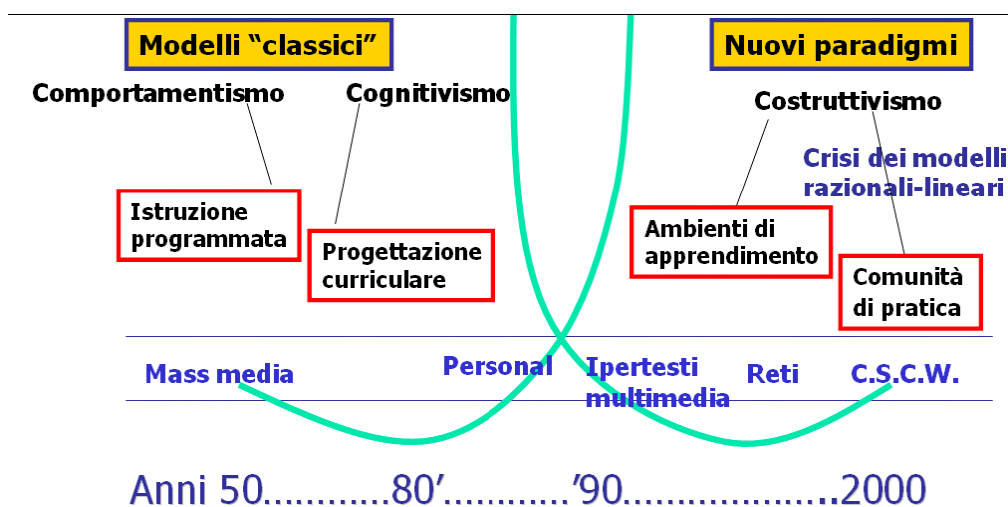


Figura 3. Sviluppo dell'Instructional Tecnolgy [Calvani 2005]

In letteratura esistono numerose classificazioni delle comunità on line; intorno al concetto generico di 'collaborazione in rete' ruotano diversi modelli specifici che riguardano la formazione. Riportiamo la classificazione di A Calvani, in [Calvani 2005]

**Comunità virtuale.** Gruppo di persone che attraverso Internet condividono un insieme di pratiche, attività, interessi lavorativi, esperienze e conoscenze, traggono beneficio dallo scambio di informazioni e dal sistema di relazioni che si instaurano. [Calvani 2005]

**Comunità di pratiche.** Si basano sull'idea che l'apprendimento consiste nel negoziare, ed è perciò un processo esperienziale e sociale che contribuisce alla costruzione della nostra identità attraverso l'appartenenza a comunità. [Wenger 1999, 2002]

**Comunità di apprendimento.** Le comunità di apprendimento assumono come modello di riferimento quello delle comunità di ricerca scientifica. Tra i modelli principali quello dell'apprendistato cognitivo, che si basa sull'idea che l'apprendista osserva il maestro che mostra come fare e poi lo imita (*modelling*); il maestro assiste e agevola il lavoro (*coaching*), fornisce un sostegno in termini di stimoli e risorse (*scaffolding*), e infine diminuisce progressivamente il supporto fornito per lasciare maggiore autonomia a chi apprende (*fading*). [Calvani 2005]

**Reti di apprendimento.** Le reti di apprendimento si basano sull'agire collaborativo e cooperativo tra scuole, classi e gruppi di lavoro. Si tratta di comunità virtuali globali

dove è possibile conoscersi, elaborare e realizzare progetti comuni, documentarsi e documentare gli altri su tematiche specifiche [Riel 1994].

Le azioni della collaborazione in Rete sono essenzialmente:

- comunicare: scambio occasionale di domande e risposte senza che sia necessariamente presente un problema comune;
- condividere: avendo interessi comuni, si può attingere a risorse comuni, ciascuno poi procede perseguendo i propri obiettivi;
- collaborare: avendo un problema comune ciascuno lo affronta per proprio conto ma avvalendosi dell'aiuto reciproco;
- cooperare: quando tutti i membri lavorano per produrre un unico oggetto.

J. Preece in [Preece 2003] indica come elementi caratterizzanti una comunità virtuale:

- la presenza di soggetti che interagiscono socialmente per soddisfare i propri bisogni personali;
- uno scopo comune, un interesse, un'esigenza, uno scambio di informazioni o un servizio che giustifichi l'esistenza della community;
- una politica che regoli i comportamenti, sotto forma di presupposti taciti, rituali, protocolli e regole che guidino le interazioni tra gli individui;
- sistemi telematici in grado di supportare e mediare le interazioni sociali.

Alla luce di queste trasformazioni del Web e dell'evolversi dei social software può essere di un certo rilievo sperimentare forme ibride di community on line sui temi della formazione formale e informale, valutare quali sono le condizioni che facilitano la nascita di reti sociali a scopo formativo, tenendo conto che se da un lato la dimensione formale fissa vincoli e limiti forti per il mantenimento di un gruppo, la dimensione informale facilita l'aggregazione spontanea su temi di interesse proprio per la mancanza di regole o per la possibilità di negoziare e modificare le regole dello stare insieme.

### **3.2 Matematicamente.it**

Matematicamente.it<sup>4</sup> è una community di studenti, docenti, appassionati di matematica e discipline affini, nata nel 2000, di cui lo scrivente è fondatore e direttore responsabile. Il progetto è nato da una collaborazione spontanea tra alcuni insegnanti di matematica e fisica nelle scuole superiori, senza finanziamenti né pubblici né privati. Dal dicembre

---

<sup>4</sup> <http://www.matematicamente.it>



2006 è una testata giornalistica telematica registrata presso il tribunale di Lecce. Il sito ha vinto il premio WWW de Il Sole 24 ore nella categoria Educational per il 2007. Nell'aprile 2008 è stato sottoscritto un contratto con la società di advertising per il Web PixelAd del gruppo Banzai (quarto operatore italiano sul Web). A partire da ottobre 2008 il sito è entrato nel panel di Audiweb<sup>5</sup>, la società italiana che realizza e distribuisce dati sull'audience online.

Secondo Audiweb, il sito ha avuto nel mese di dicembre 2008 (ultimo rilevamento disponibile) 8.000 visitatori al giorno e 49.000 pagine viste al giorno di media. Secondo Google Analytics, i dati mensili relativi a febbraio 2009 sono 510.000 visite, 2.9 milioni di pagine viste. Gli iscritti alla community sono 21.000.

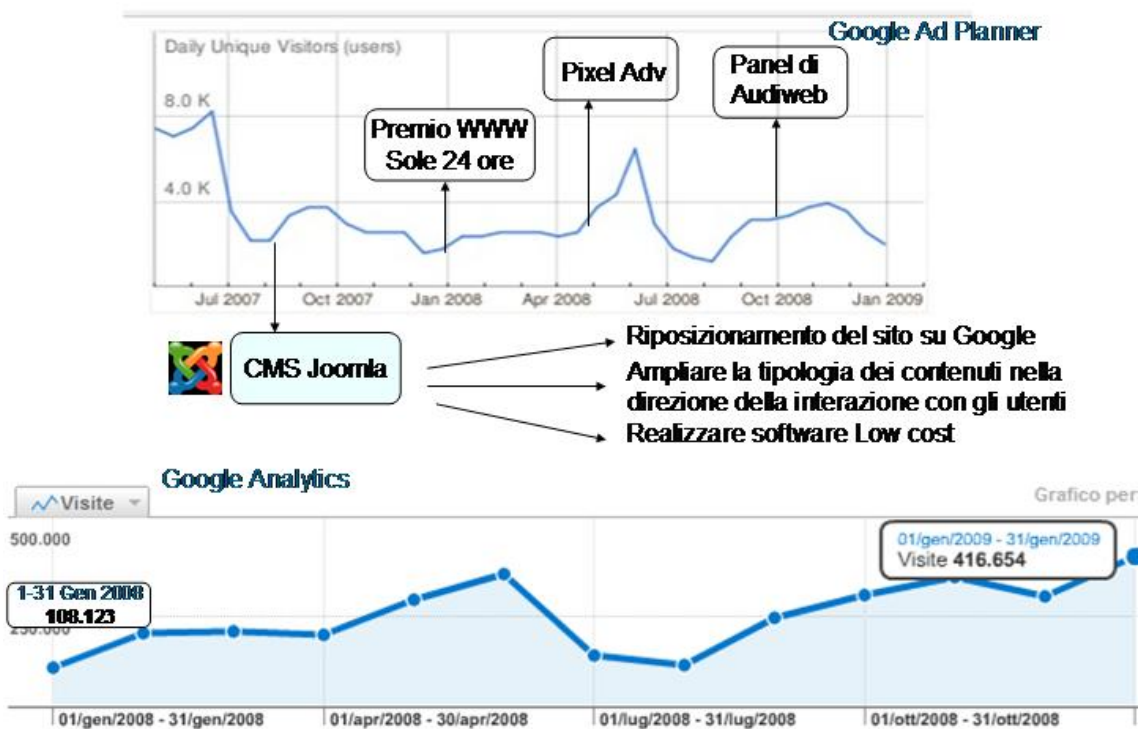


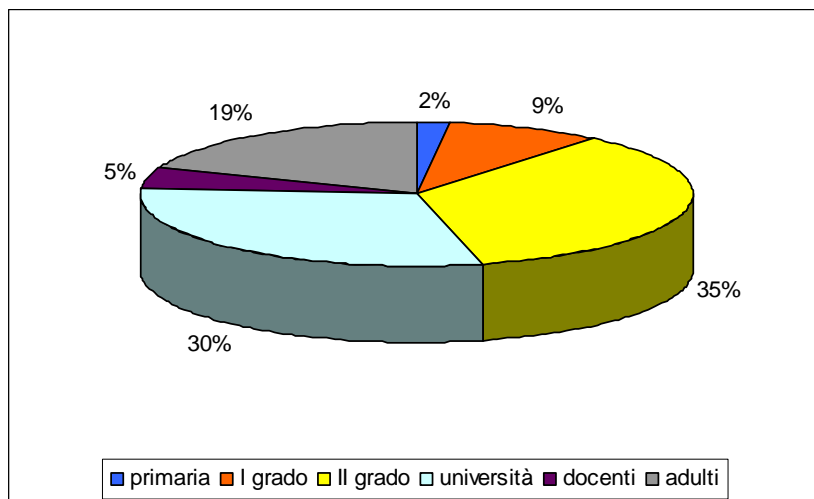
Figura 4. Visitatori di Matematicamente.it fonte Google-Analytics

Nella figura 4 è riportato il grafico dei visitatori di Matematicamente.it a partire da maggio 2007. Il numero di visite ha un picco durante la fine dell'anno scolastico in pros-

<sup>5</sup> <http://www.audiweb.it/>

mità degli esami, una caduta nel periodo luglio-agosto, e un'altra caduta durante le vacanze di Natale.

Gli utenti suddivisi per categoria sono riportati in figura 6: gli utenti principali sono studenti della secondaria di secondo grado per il 35% e studenti universitari per il 30%. La presenza di docenti è del 5% circa, che sul totale dei 21.000 iscritti attuali (febbraio 2009) corrisponde a circa 1000 insegnanti di matematica, fisica e discipline scientifiche.



**Figura 5.** Suddivisione degli iscritti a Matematicamente.it per categorie

Nel corso del dottorato ho cercato di rafforzare la community fornendola di adeguati strumenti tecnologici. Il sito infatti era stato sviluppato con FrontPage ma nel corso degli anni ha raggiunto contenuti e collaboratori in dimensioni tali da non poter più essere gestito con un semplice editor html. Il problema che si pone ogni azienda quando deve creare un sistema informativo *ex novo* è quello di scegliere tra “*make or buy*”, decidere cioè se acquistare un software già esistente ed adatto allo scopo oppure costruirlo da zero secondo l'usuale ciclo del software: requisiti, modellazione, implementazione, test, rilascio. Entrambi queste strade richiedono finanziamenti iniziali consistenti e quindi necessitano di una valutazione attenta degli utili futuri ottenibili.

Per Matematicamente.it si è scelta una strada diversa, in parte comune a tanti piccoli progetti che si evolvono sul Web, che possiamo definire come Ingegneria del Software Low Cost. Si parte da software open source, tenendo conto che negli ultimi anni diversi software open source hanno raggiunto livelli di sviluppo e affidabilità sufficienti anche per siti di grandi dimensioni.

Nello specifico si è scelto come ‘motore’ di base il CMS Joomla!<sup>6</sup>, sviluppato in php e MySQL. Al momento in cui è stato scelto, Joomla! aveva raggiunto un elevato livello di sviluppo e stabilità (la community di sviluppatori era già costituita da 35.000 utenti).

Tra le caratteristiche principali:

- la creazione dei contenuti digitali può essere ottenuta attraverso un processo collaborativo;
- il ciclo di vita dei contenuti è gestito sulla base di regole e privilegi degli utenti.

In figura 6 è riportato uno schema dell’architettura.

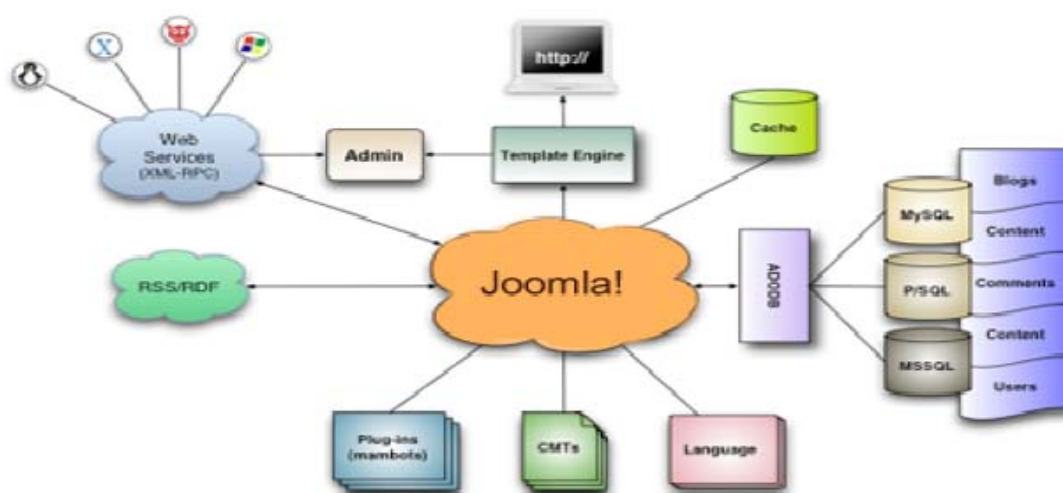


Figura 6. Architettura di Joomla [Galgano 2006]

I prodotti open source, per quanto specifici, restano sempre “*general purpose*”, cioè rispondono alle esigenze di una grande fascia di esigenze e progetti, pertanto necessitano non solo di personalizzazione, aspetto solitamente previsto dai software più diffusi, ma soprattutto di essere integrati con altre componenti per le esigenze specifiche. Questo modo di procedere permette di avviare da subito il progetto, poiché richiede competenze tecniche non estremamente specifiche, permette di valutare l’impatto economico del progetto prima di impegnare investimenti consistenti, permette anche di cominciare a ricevere utili prima del rilascio definitivo del software. Infatti, un’applicazione Web che deve servire esclusivamente per un unico progetto, può essere realizzata non necessariamente per release successive ma per evoluzione continua dell’applicazione.

<sup>6</sup> <http://www.joomla.org/>

La metodologia di lavoro è a questo punto quella di avere un direttore di progetto che conosce le necessità, conosce quali componenti facilmente ottenibili (perché già disponibili o perché realizzabili a basso costo) possono rientrare negli obiettivi del progetto, può individuare competenze, anche specialistiche, a basso costo in termini di denaro ma ad alto valore aggiunto. Per implementare alcune componenti di Matematicamente si è fatto ricorso a collaborazioni occasionali trovate inserendo annunci nel forum della community [Html.it](http://www.html.it/)<sup>7</sup> e in altre analoghe.

Dopo aver installato il CMS si è avuto il problema di trasferire i contenuti sulla nuova piattaforma, a questo scopo alcuni volontari hanno realizzato degli script per la pubblicazione ‘massiva’ di contenuti. Il responsabile dell’editing ha dovuto così semplicemente verificare la conformità dei vecchi contenuti ai nuovi standard di grafica e impaginazione. Anche il forum è stato migrato da SnitzForum (ASP e Access), che non era più adatto al numero ormai elevato di utenti e messaggi, verso Phpbb (php e MySQL). È stata a lungo discussa l’opportunità di passare a un’applicazione proprietaria e di basso costo come Vbulletin. La scelta di Phpbb è stata motivata dall’idea di associare Matematicamente.it ai software open source.

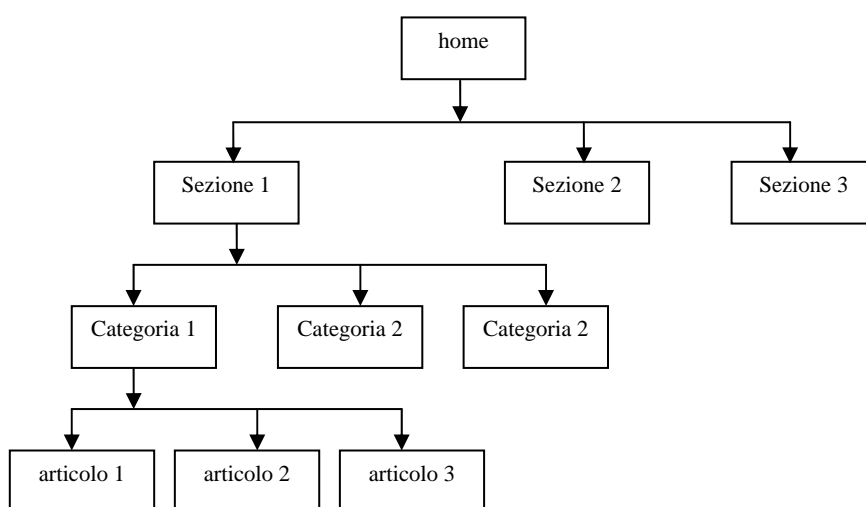
Il trasferimento dei contenuti ha richiesto diverse settimane di lavoro ed è avvenuto nel periodo luglio-agosto quando la community ha meno visitatori. Il problema più grosso a questo punto è stato non tanto il disorientamento degli utenti abituali che hanno fatto fatica ad accettare un cambiamento così radicale, quanto il fatto che tutte le pagine recensite da Google erano ormai irraggiungibili. Invece di lavorare sul reindirizzamento delle vecchie pagine verso le nuove, operazione che avrebbe portato all’impegno di diverse ore di lavoro, si è preferito aspettare che Google indicizzasse le nuove pagine, tenendo conto che il dominio [www.matematicamente.it](http://www.matematicamente.it) aveva un page ranke elevato. Questa soluzione si è però rilevata problematica, e si sono dovute cercare collaborazioni a basso costo per il riposizionamento delle pagine nelle SERP (Search engine report page) di Google, tenendo conto che non si trattava di posizionare poche keywords specifiche ma le diverse migliaia di keywords che portavano una parte cospicua di traffico sul sito. In altre parole le soluzioni SEO andavano cercate non su poche keywords significative ma sulla ‘coda lunga’ delle keywords. Come prima cosa è stato aggiunto un componente SEF a pagamento, anche se a basso costo, in grado di generare URL non parametrizzate

---

<sup>7</sup> <http://www.html.it/>

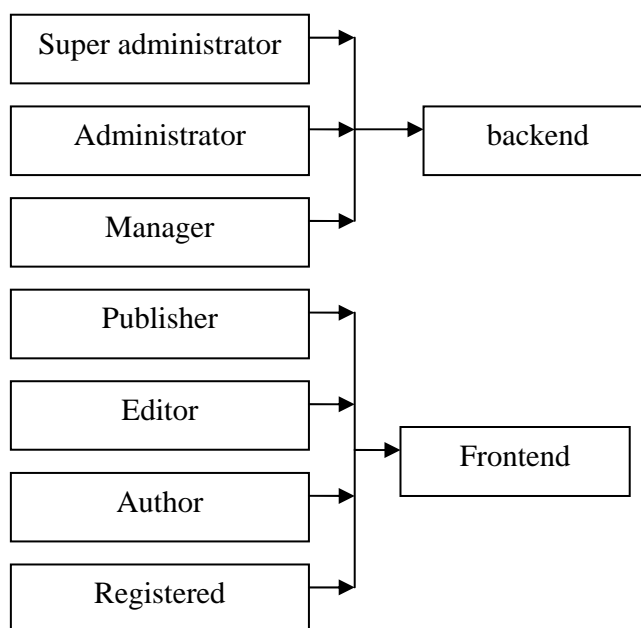
delle pagine web ma contenenti parole tratte dal titolo e dal contenuto della pagina. L'attenzione verso l'allungamento e l'allargamento della coda lunga delle Keywords continua ad essere uno degli aspetti che viene monitorato mensilmente. Attualmente, le keywords che negli ultimi 31 giorni hanno generato traffico verso Matematicamente.it sono circa 130.000, di queste 230 occupano la prima posizione su Google.

**Il flusso dei contenuti.** I contenuti in Joomla! costituiscono gli "articoli" e sono organizzati in una struttura gerarchica ad albero: ogni articolo appartiene a una categoria, ogni categoria appartiene a una sezione. Un semplice schema di questa struttura è rappresentato nella figura 7.



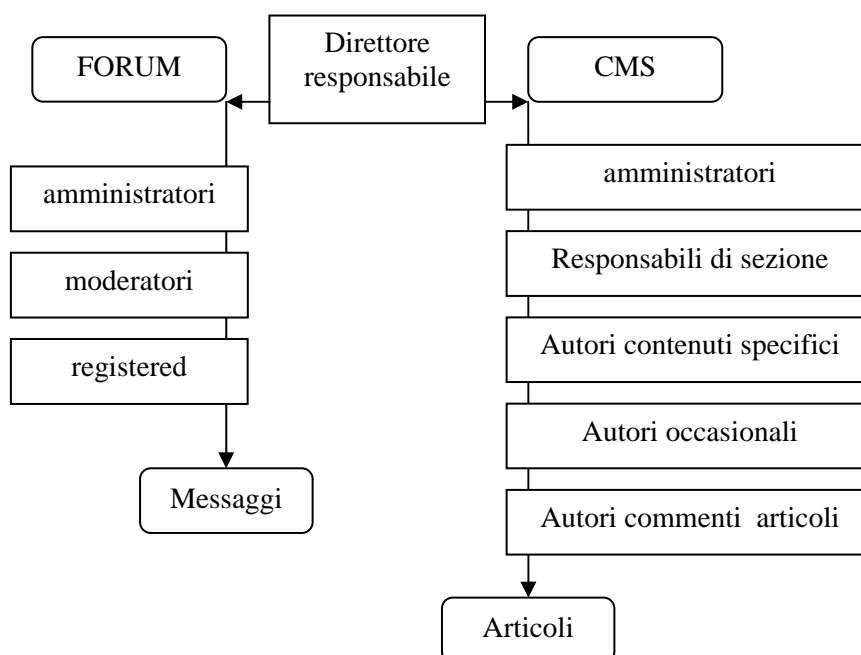
**Figura 7.** Struttura ad albero dei contenuti in Joomla

Il ciclo di vita dei contenuti è gestito secondo regole di privilegi e ruolo descritto schematicamente nella figura 8: "Author" è il responsabile della creazione dei contenuti, "Editor" è il responsabile dell'aspetto formale dei contenuti e quindi dello stile, Publisher è responsabile del rilascio e dell'utilizzo dei contenuti, "Administrator" è responsabile della gestione degli archivi dei contenuti.



**Figura 8.** Ruoli degli utenti in Joomla

La community di Matematicamente.it ruota sia intorno al CMS sia intorno al forum. La struttura gerarchica complessiva è schematizzata in figura 9.



**Figura 9.** Ruoli degli iscritti a Matematicamente.it

Le estensioni di Joomla! sono organizzate in:

- template: documento html/CSS per l’impaginazione grafica dei contenuti;

- moduli: singoli items di contenuto della pagina che possono essere disposti in diverse posizioni a seconda del template;
- componenti: elementi aggiuntivi che generano il contenuto principale della pagina;
- mambot: parti di codice che attivano un programma ed eseguono particolari azioni sui contenuti o vi aggiungono funzionalità;

**Componenti aggiuntive.** Per la scrittura degli articoli da parte degli autori si è usato l'editor TinyMCE WYSIWYG. Per le formule matematiche si è scelto ASCIIMathML<sup>8</sup>, uno script che risiede sul server e trasforma codice LaTeX in MathML o immagini png quando il browser carica la pagina, su Mozilla FireFox il player è nativo, su Internet Explorer occorre installare in plug-in, in mancanza del plug-in il server genera una immagine png per visualizzare la formula. A questo componente è stato affiancato SVG (Scalable Vector Graphics)<sup>9</sup> che elabora grafici geometrici vettoriali, anche animati e interattivi, a partire da codice descrittivo.

Gli articoli standard di Joomla! sono essenzialmente costituiti da testo e immagini, per superare questo limite si sono dovuto integrare ulteriori componenti per la pubblicazione di tutta una serie di contenuti speciali che costituiscono un punto di forza di Matematicamente.it, per alcuni di questi contenuti sono stati realizzati degli script appositi:

- animazioni js sono state inserite direttamente nel codice html della pagina bypassando l'editor testuale;
- animazioni video (.flv), giochi interattivi (.swf), audio mp3 vengono visualizzati attraverso il mambot Moseasymedia;
- In giochi interattivi in flash, principalmente per alunni della scuola primaria, sono stati realizzati da sulla base di storyboard elaborate dagli insegnanti e realizzati in flash da sviluppatori non professionisti;
- il componente PUArcade è in grado di interagire con i giochi flash per generare classifiche su ogni gioco;
- i file .pdf vengono visualizzati all'interno della pagina con il comando "embed";
- i commenti degli utenti sono inseriti attraverso il componente AkoCommentBot, la scrittura è consentita a tutti i visitatori, anche quelli non registrati, i messaggi

---

<sup>8</sup> <http://www1.chapman.edu/~jipsen/mathml/asciimath.html> (10.03.2009)

<sup>9</sup> <http://www.w3.org/Graphics/SVG/> (10.03.200)

sono però pubblicati dall'amministratore; al componente è stato modificato il sistema *chaptcha* (image security code) inserendo una domanda in italiano per aumentare il livello di sicurezza contro lo spamming internazionale.

- il rating a ogni articolo pubblicato è attribuibile dagli utenti attraverso il componente ETrating.

Per la produzione di contenuti speciali sono utilizzati software desktop open source o a basso costo.

- **Test** con auto-valutazione sono stati realizzati con WebQuiz della Smartlite<sup>10</sup>, un software specializzato per test scolastici, in particolare si integra con MathType della Microsoft e permette di inserire formule matematiche all'interno del test, opzione che non tutti i software di questa categoria possiedono. WebQuiz genera il codice javascript e le immagini delle formule che vengono pubblicate in Joomla! attraverso uno specifico script in Python.
- **Commenti audio** agli esercizi sono realizzati attraverso il software libero per l'editing e la registrazione dell'audio Audacity<sup>11</sup>, trasformati in mp3 dall'apposito plug-in. Gli esercizi con i commenti audio sono particolarmente graditi dagli utenti perché trovano più umano e più comprensibile il rapporto con i contenuti; d'altra parte lo sforzo degli autori per registrare i commenti è abbastanza semplice ed ha un costo in termini di tempo impiegato di gran lunga inferiore rispetto alla realizzazione del testo scritto.
- **Videolezioni** sono realizzate su tablet pc; la registrazione del commento audio e della scrittura sullo schermo sono effettuate attraverso la versione free di Camtasia Recorder della TechSmith<sup>12</sup>; i file .avi vengono convertiti nel formato .flv per mezzo di Riva Encoder<sup>13</sup>. Il componente Moseasymedia simula lo streaming video sui filmati flv.

---

<sup>10</sup> <http://www.smartlite.it/>

<sup>11</sup> <http://audacity.sourceforge.net/>

<sup>12</sup> <http://www.techsmith.com/>

<sup>13</sup> <http://rivavx.com/>



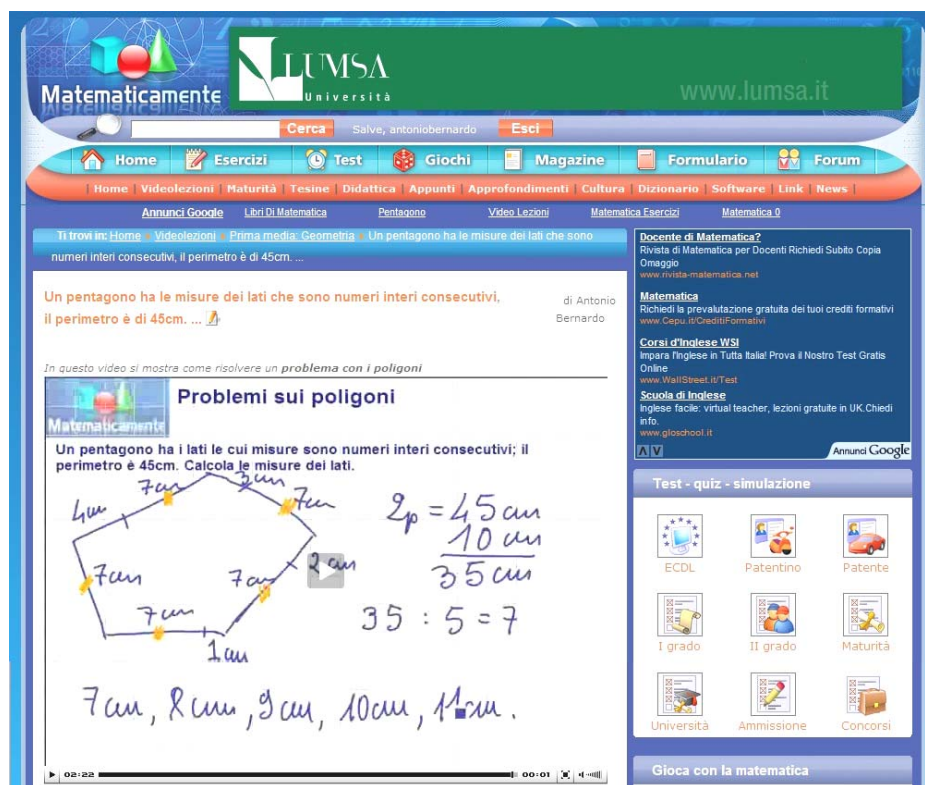


Figura 10. Video lezione su Matematicamente.it

- **Sudoku**, cruciverba, crucinero e altri giochi di parole sono costituiti da applet generate con Crossword compiler, vengono inseriti all'interno degli articoli di Joomla! Per mezzo di uno script in Python.
  - **Sondaggi** sono gestiti da un apposito componente di Joomla!.
  - **La newsletter** è gestita dal componente Acajoom il quale tuttavia non è in grado di inviare le mail a tutti i 18.000 iscritti in quanto il server blocca automaticamente l'esecuzione di uno script dopo un certo lasso di tempo. Per ovviare a questo problema senza ricorrere a software professionali è stato costruito un sistema di invio provvisorio che utilizza il db di Acajoom e uno script residente sul server.
- Per gestire gare e concorsi sono stati realizzati appositi componenti o modificati alcuni componenti opensource:
- MCquiz è il componente utilizzato come base di partenza per organizzare gare su quiz-logico matematici;
  - PonyGallery ML è il componente che gestisce più gallerie di immagini, opportunamente modificato ha permesso di gestire il concorso "Ridere di matematica" di vignette sulla matematica (oltre 300 vignette ricevute), il bozzetto per la t-shirt di

Matematicamente (150 bozzetti ricevuti), un concorso fotografico sulla matematica che è in fase di avvio;

- Prince Clan Cheese è il componente di partenza utilizzato per gestire tornei di scacchi. Il componente non è più in fase di sviluppo, è stato corretto in alcuni bug ed è stato adattato alle regole del concorso di scacchi, inserendo anche un sistema di punteggio ELO;
- ArtBannerPlus per la gestione degli spazi pubblicitari;
- RSS feed news è stato utilizzato per inserire gli ultimi messaggi dal forum (Phpbb) nella home del sito, in un apposito modulo posizionato in user2;

**Gestione degli utenti.** Sulla gestione degli utenti si è lavorato in più direzioni: da un lato gestire la registrazione e l'accesso a contenuti speciali, dall'altra tracciare e profilare gli utenti. La registrazione è gestita dal componente Community Builder. Le problematiche più complesse sono quelle legate alla sincronizzazione del db del forum Phpbb con il db di Jommla! e la sincronizzazione tra iscrizione/cancellazione alla newsletter con quella alla community. Poiché il sito si compone di diverse parti tra loro separate è stato necessario per semplificare la registrazione e il login degli utenti dare l'impressione di un'unica applicazione, e quindi di far effettuare una sola registrazione e rendere riconoscibile l'utente indipendentemente dal punto di accesso (single sign-on). In figura 11 sono schematizzate le problematiche e le soluzioni apportate.

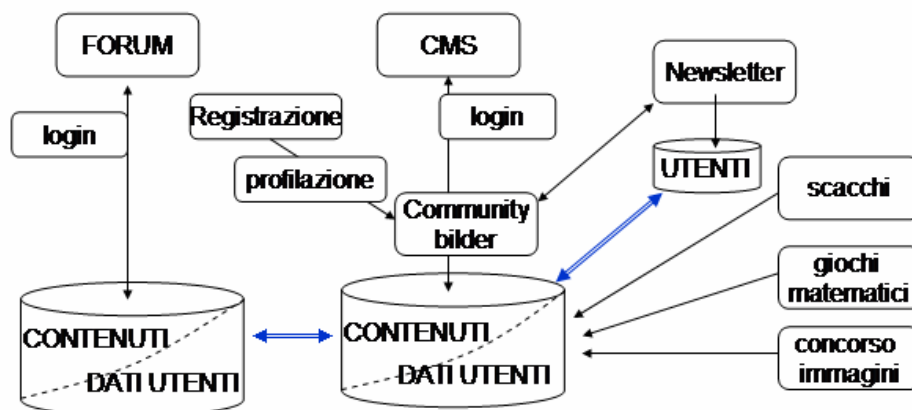


Figura 11. Registrazione e login in Matematicamente.it

### 3.3 Laboratorio di matematica: MatematiCup

La gara di matematica MatematiCup è stata progettata all'interno delle attività di ricerca sui laboratori virtuali e le Online Learning Communities, come una comunità di pratica libera, aperta, fortemente centrata sulla partecipazione degli allievi alle attività del 'fare matematica'.

I giochi matematici rivestono da tempo un ruolo importante nella didattica della matematica. Molti documenti storici ed esperienze sul campo confermano che l'insegnamento della matematica è efficace quando è accompagnato da una sfida tra l'allievo e un quesito ben formulato che lo attrae.

Tra le più rilevanti gare matematiche a diffusione nazionale citiamo:

- *Olimpiadi della matematica*, competizione individuale articolata su vari livelli di selezione. I *Giochi di Archimede* sono la prima fase e si svolgono nelle singole scuole. Gli studenti più bravi di ogni istituto passano alle *Selezioni provinciali*. La *Finale nazionale* si svolge a Cesenatico. I migliori 20 studenti hanno accesso ad una settimana di stage pre-olimpico a Pisa durante la quale vengono scelti i sei partecipanti alle *Olimpiadi Internazionali*<sup>14</sup>.
- *Matematica senza frontiere*, edizione italiana di *Mathématiques Sans Frontières*. Attualmente vede coinvolti 23 paesi di tutto il mondo. Si caratterizza per l'approccio collaborativo, in quanto una classe si divide in gruppi, ognuno dei quali concorre alla soluzione dei problemi assegnati. Ma si caratterizza anche per l'attenzione verso le lingue straniere: il primo dei quesiti è sempre in una lingua straniera a scelta e la soluzione deve essere redatta in quella lingua. Le classi migliori partecipano alla gara nazionale<sup>15</sup>.
- *Kangourou*, gara internazionale, nata in Australia nel 1978. E' indirizzata principalmente ad alunni delle scuole primarie. Vi partecipano ormai una trentina di paesi. Si fonda sulla partecipazione di massa e non è né una selezione né un confronto fra i vari paesi. Il gioco-concorso consiste in una sola prova; non vi sono selezioni, eliminatorie o finali e consiste in un questionario a scelta multipla di 30

---

<sup>14</sup> <http://olimpiadi.ing.unipi.it/> (08.03.2009)

<sup>15</sup> <http://www.matematicasenzafriere.it/> (08.03.2009)

domande di difficoltà crescente, per ciascuna delle quali sono proposte 5 risposte<sup>16</sup>.

- *Giochi Matematici di Sicilia*, iniziativa annuale dell'Associazione degli Insegnanti e dei Cultori di Matematica (AICM). Alla gara possono partecipare tutti gli alunni delle Scuole Medie, degli Istituti Comprensivi e delle Scuole Elementari (limitatamente alle classi III, IV e V) della Regione Autonoma Sicilia<sup>17</sup>.

Le recenti indagini OCSE-PISA (Organizzazione per la Cooperazione e lo Sviluppo Economico - *Programme for International Student Assessment*)<sup>18</sup> hanno messo in evidenza le difficoltà degli studenti quindicenni italiani nel risolvere problemi di matematica in situazioni concrete. Gli esperti del progetto PISA definiscono la *literacy* matematica come: «La capacità di una persona di individuare e comprendere il ruolo che la matematica gioca nel mondo reale, di operare valutazioni fondate e di utilizzare la matematica e confrontarsi con essa in modi che rispondono alle esigenze della vita di quella persona in quanto cittadino impegnato, che riflette e che esercita un ruolo costruttivo» [PISA 2006]. La competenza matematica secondo questa indagine ha quindi a che fare con un uso funzionale della matematica.

In questo contesto diversi autori hanno indagato sul ruolo dei giochi matematici come strumento per migliorare l'apprendimento ed incentivare la motivazione. F. Ke in [Ke 2006], ad esempio, nel riportare le conclusioni delle ricerche compiute da J. Randel e altri in [Randel 1992] sul confronto di performance tra gli studenti che hanno partecipato a giochi matematici e quelli che non vi hanno partecipato (effettuato su 68 studi) afferma che: il 56% non rileva alcuna differenza, il 32% rileva un miglioramento delle performance per gli studenti che hanno partecipato a gare, il 5% rileva performance migliori negli studenti che seguono percorsi educativi convenzionali. Ke riporta anche le conclusioni di altre ricerche relative alle dinamiche relazionali nella classe e la motivazione degli studenti. Sostanzialmente, tutti gli studiosi concordano nel suddividere in tre tipologie gli approcci degli studenti nello svolgimento di un compito: cooperativo, competitivo e individualistico. Nell'approccio collaborativo lo studente percepisce che sta lavorando insieme ad altri studenti per ottenere un premio comune. Nell'approccio

---

<sup>16</sup> <http://www.kangourou.it/> (08.03.2009)

<sup>17</sup> <http://dipmat.math.unipa.it/~grim/aicm/> (08.03.2009)

<sup>18</sup> <http://www.invalsi.it/ric-int/Pisa2006/sito/> (08.03.2009)

competitivo lo studente percepisce che sta lavorando con altri studenti per ottenere un premio che deriva dal confronto tra il suo lavoro e quello degli altri. Nell'approccio individualistico lo studente percepisce che sta lavorando da solo sulla base di forme di auto-gratificazione. Le ricerche riportate da Ke, in riferimento a 122 studi, concordano nel ritenere che l'approccio collaborativo è di gran lunga più efficiente in termini di apprendimento e produttività rispetto agli altri approcci [Davidson 1990].

Nell'ambito del contesto delineato, gli autori ritengono che la competizione basata su problemi possa essere efficacemente impiegata nelle scuola secondaria di primo grado per incentivare l'interesse dei giovani nei confronti della matematica e soprattutto che le gare già esistenti lascino ampi spazi allo sviluppo di attività competitive completamente on line, di tipo collaborativo. Sulla base di questa convinzione nel 2006 è stata organizzata la prima edizione di **MatematiCup**, alla quale hanno partecipato circa 5000 studenti di tutte le regioni italiane.

**Specificità di MatematiCup.** Di seguito si riportano gli obiettivi perseguiti da MatematiCup e i principali requisiti che una gara on line deve avere. I requisiti indicati derivano dall'analisi dettagliata di numerose competizioni di carattere matematico, dalle attività on line condotte dagli autori negli ultimi nove anni su [Matematicamente.it](http://Matematicamente.it), dalle ricerche svolte presso il DIDA-Lab dell'Università del Salento e dalle attività collaborative sviluppate con numerose scuole.

**O1.** Obiettivo primario di MatematiCup è quello di incentivare l'interesse dei giovani nei confronti della matematica e di rafforzare le competenze matematiche che rispondono alle esigenze di vita dei ragazzi in quanto persone che esercitano nella società un ruolo costruttivo, basato sulla riflessione.

**O2.** La gara si propone di sperimentare modalità di partecipazione in rete per diffondere l'uso delle nuove tecnologie, in particolare le modalità collaborative e partecipative di Internet, e per risolvere i problemi logistici di spostamento dei ragazzi che partecipano a competizioni nazionali.

**R1.** *Apprendimento collaborativo mediato da Internet.* L'insegnamento non deve restare confinato all'interazione tra studenti e docenti nelle aule scolastiche; gli strumenti tecnologici permettono una interazione tra gruppi di persone che può rendere l'insegnamento un'esperienza più ampia. Inoltre, l'uso di Internet, se guidato, da un lato dagli in-

segnanti della classe, e dall'altro da organizzazioni scientifico-culturali, permette di rendere l'apprendimento attraverso Internet non accidentale ma guidato e finalizzato.

**R2. *Iscrizione aperta.*** L'iscrizione alla gara deve essere gratuita per permettere alle scuole e ai docenti di coinvolgere non solo gli studenti migliori, ma tutti quelli che hanno piacere e voglia di confrontarsi su questa disciplina.

**R3. *Collaborazione tra classi.*** Le squadre di studenti in gara devono essere costituite da studenti di prima, seconda e terza classe. I ragazzi devono confrontarsi prima di rispondere alle domande. In questo modo si realizza una forma di apprendimento collaborativo tra studenti delle classi superiori e delle classi inferiori raramente praticata nell'usuale attività didattica. E' noto invece che questo tipo di apprendimento può risultare particolarmente efficace [Cannizzi 2002, Locatelo 2003].

**R4. *Apprendimento contestualizzato e situato.*** In considerazione delle indagini OCSE-PISA, in accordo con le ricerche sul *situated learning* [Cerini 1996], i quesiti devono porre l'accento sull'uso critico di conoscenze e abilità matematiche per la risoluzione di problemi tratti da contesti reali.

**R5. *Valutabilità dei quesiti.*** Le risposte ai quesiti devono poter essere valutate automaticamente al fine di formare in tempo reale la classifica complessiva della gara e di ogni singola categoria. Ciò consente un attivo coinvolgimento degli spettatori on line (es. famiglie). Va tuttavia evitato che le risposte siano esclusivamente a scelta multipla, perché ciò porta gli studenti a 'cercare di indovinare' la risposta. Si richiederà dunque una risposta aperta descritta mediante numeri interi o lettere, che scoraggi chi 'tira ad indovinare'.

**R6. *Attenzione alla scuola di livello inferiore.*** La scuola di primo grado è esclusa da molte linee di finanziamento per l'adeguamento tecnologico; la cura di laboratori e connessioni a Internet è spesso lasciata a pochi volontari. Le gare on line possono stimolare l'aggiornamento dei laboratori e delle connessioni a Internet, colmando il gap tecnologico con le scuole superiori.

**R7. *Attenzione alle problematiche di genere.*** La competizione dovrebbe contribuire a spingere le ragazze a confrontarsi con la matematica, superando l'idea sociale di fondo per la quale esse sono poco inclini agli studi scientifici.

**R8. *Supporto all'orientamento.*** La competizione deve consentire agli studenti un confronto con i propri pari provenienti da scuole e regioni diverse e supportare

l'orientamento nella scelta della scuola di secondo grado in base alle proprie passioni e/o capacità.

**R9.** La preparazione al momento competitivo deve protrarsi per un periodo significativo dell'anno scolastico senza porre troppi vincoli organizzativi ai docenti e promuovendo il raggiungimento degli obiettivi curricolari.

La manifestazione MatematiCup si articola in tre diversi momenti: iscrizione e organizzazione del gruppo-squadra (febbraio-maggio), allenamento (dall'iscrizione fino a maggio), gara (prima metà di maggio).

Ogni scuola secondaria di primo grado può iscrivere una o più squadre (da 12 a 30 alunni ciascuna più un allenatore-insegnante).

La squadra è suddivisa in tre gruppi, un gruppo di classe prima, uno di seconda e uno di terza (requisito R3); ognuno dei tre gruppi deve avere una struttura organizzata con compiti specifici: un capitano che organizza il lavoro, un operatore al computer che è responsabile dell'inserimento delle risposte e i collaboratori che concorrono, assieme al capitano e all'operatore al computer, alla risoluzione dei quesiti (R1). L'allenatore aiuta gli alunni nelle fasi di organizzazione, iscrizione e allenamento della squadra. Le scuole con più squadre sono sollecitate a formare anche squadre di sole ragazze: è previsto, infatti, un riconoscimento per la migliore squadra tutta femminile (R7).

Gli allenamenti possono essere svolti in qualsiasi momento sia a scuola sia fuori dalla scuola e si protraggono da febbraio a maggio (R9). I quesiti sono analoghi a quelli della gara e i punteggi sono calcolati allo stesso modo.

Il momento competitivo, della durata di circa 3 ore, si svolge nell'arco di una mattinata, in orario curricolare, in maniera sincrona per tutte le squadre. Su ciascun computer compaiono soltanto i quiz che devono essere risolti dal gruppo che lavora con quel computer. Le classifiche, aggiornate in tempo reale, sono disponibili ai partecipanti e a familiari e amici connessi a Internet (R5).

Il docente allenatore è responsabile della valenza didattica dell'iniziativa, sia nei confronti dei propri studenti sia nei confronti degli organizzatori della gara, perciò scoraggerà eventuali comportamenti antisportivi dei propri allievi. Durante la gara, l'allenatore partecipa rimuovendo eventuali problemi di connessione o di malfunzionamento dei computer, può connettersi su un altro computer per visualizzare in tempo reale la classifica generale e incoraggiare la propria squadra ad ottenere la prestazione massima.

Ogni studente durante lo svolgimento della gara collabora con il proprio gruppo per cercare di risolvere correttamente nel minor tempo possibile il maggior numero di quiz. Può utilizzare, calcolatrici, software, libri e quant'altro ritiene necessario; non può comunicare né a voce, né al telefono, né in chat, né per e-mail con persone che non fanno parte della propria squadra, non può chiedere aiuto al proprio allenatore per la risoluzione degli esercizi.

La valutazione dei quesiti è effettuata sia in base al livello di difficoltà del quesito sia in base al tempo impiegato per risolverlo. Per ciascun quiz viene indicato il livello di difficoltà espresso graficamente (da 1 a 5 stelle) come mostrato in figura 12.

The screenshot shows the 'Matematica Cup' website interface. At the top, there's a navigation menu with links like 'Home', 'MatematicaCup', and 'Informazioni'. The main content area is titled 'Matematica Cup' and contains a welcome message and a list of quiz questions. Each question is presented in a row with columns for 'TITOLO', 'CLASSE', 'GIOCATO', 'DIFFICOLTA'' (represented by stars), and 'PUNTI'. A 'Gioca' button is next to each question. The right sidebar features a 'Benvenuto Euclide pitagorico' message and a list of partners including 'L'Espresso', 'le Scienze', and 'la Repubblica.it Scuola & Giovani'.

TITOLO	CLASSE	GIOCATO	DIFFICOLTA'	PUNTI	
LA PATENTE A PUNTI	PROBABILITA'	<input type="radio"/>	★★★★★	0.000	<input type="button" value="Risolto"/>
SABATO PIOVE	PROBABILITA'	<input type="radio"/>	★★★★★	0.000	<input type="button" value="Risolto"/>
CINQUE PREMI	PROBABILITA'	<input type="radio"/>	★★★★★		<input type="button" value="Gioca"/>
PORTAPENNE	LOGICA	<input type="radio"/>	★★★★★		<input type="button" value="Gioca"/>
LO SPORT IN CLASSE	LOGICA	<input type="radio"/>	★★★★★		<input type="button" value="Gioca"/>
UOMO O DONNA?	LOGICA	<input type="radio"/>	★★★★★		<input type="button" value="Gioca"/>
UNA SCATOLA DI ZUCCHERO	GEOMETRIA	<input type="radio"/>	★★★★★		<input type="button" value="Gioca"/>
FOTO CON PAPÀ	GEOMETRIA	<input type="radio"/>	★★★★★		<input type="button" value="Gioca"/>
UNA CAPRA AL PASCOLO	GEOMETRIA	<input type="radio"/>	★★★★★	0.000	<input type="button" value="Risolto"/>
TRE SCATOLE UGUALI	GEOMETRIA	<input type="radio"/>	★★★★★		<input type="button" value="Gioca"/>
UNA NAVE IN MEZZO AL MARE	GEOMETRIA	<input type="radio"/>	★★★★★		<input type="button" value="Gioca"/>
ADULTI E RAGAZZI AL CINEMA	ARITMETICA	<input type="radio"/>	★★★★★		<input type="button" value="Gioca"/>

Figura 12. Dopo il login si accede all'elenco dei quesiti da risolvere.

Da quando il quiz viene aperto si hanno due minuti di tempo per leggerlo con attenzione e discuterlo con i compagni di squadra; in questo lasso di tempo il computer non accetta risposte. Ciò obbliga gli studenti a leggere con cura il testo e a discutere con i compagni prima di rispondere.

Dopo i due minuti di lettura e condivisione del quiz, parte un cronometro che si ferma quando lo studente addetto al computer inserisce e conferma la risposta in maniera definitiva.

Il tempo di risoluzione dell'esercizio e quindi il punteggio ottenuto non dipende dalla velocità di connessione del computer (chi ha una connessione telefonica o ISDN non è



svantaggiato rispetto a chi ha una connessione ADSL) ma esclusivamente dal tempo intercorso tra quando il computer della squadra ha ricevuto il quesito e quando l'operatore ha premuto il bottone di conferma della soluzione. Il punteggio per ciascun quiz parte dal livello di difficoltà del quesito e diminuisce con il trascorrere del tempo fino alla conferma della risposta. Il punteggio della squadra è dato dalla somma dei punteggi dei quiz risolti da ogni gruppo. La classifica viene elaborata contemporaneamente alla prova e può essere visualizzata in qualsiasi momento della gara.

Per evitare distrazioni ai gruppi è preferibile che la classifica sia visualizzata soltanto dall'allenatore e su un altro computer.

I quesiti della gara rispondono ai requisiti R3 e R4 e in sintonia con l'approccio dell'indagine OCSE-PISA, che ha scelto di sondare, anche e soprattutto per la matematica, quelle competenze che permettono la comprensione e la piena partecipazione alla vita sociale, come, per esempio, l'uso critico di conoscenze e abilità matematiche per la risoluzione di problemi tratti da contesti reali.

In figura 13 è riportata la suddivisione dei quesiti per tema e per classe.

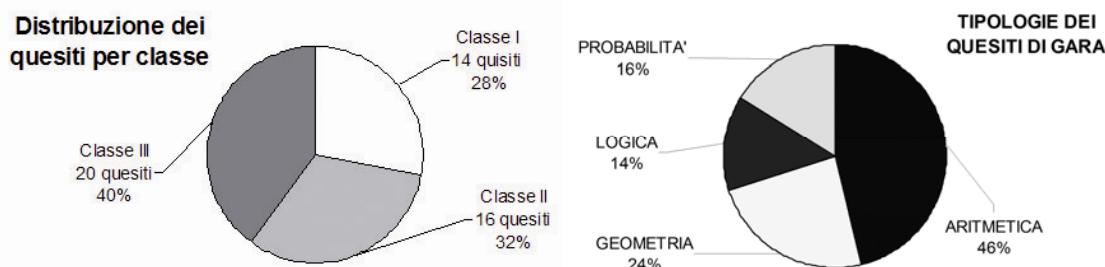


Figura 13: suddivisione dei quesiti per argomento e per classe

Ogni squadra deve avere a disposizione un'aula o un laboratorio riservato esclusivamente alla competizione; è opportuno che ogni squadra abbia a disposizione tre computer connessi contemporaneamente a Internet, uno per ogni gruppo, è comunque possibile partecipare anche con un solo computer connesso a Internet per squadra.

I quesiti sono normalmente costituiti da un breve testo e da un'immagine esplicativa, come mostrato in figura2. Considerato l'elevato numero di richieste contemporanee da parte degli utenti si è infatti scelto di evitare il ricorso a filmati o animazioni per evitare rallentamenti nell'erogazione delle pagine.

L'aggiornamento in tempo (quasi) reale delle classifiche è ottenuto "forzando" il ricaricamento della pagina web delle classifiche con cadenza di un minuto.

**Risultati.** Nel primo anno in cui si è disputata la MatematiCup si è registrata la partecipazione di circa 5000 studenti, suddivisi in 250 squadre, appartenenti a circa 150 istituti. La distribuzione degli istituti per regione è riportata in figura 14.

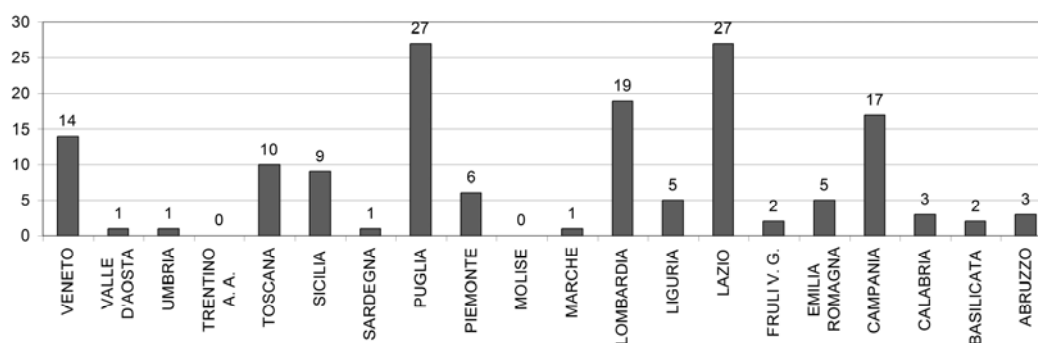


Figura 14. Partecipazione per regione alla prima edizione di MatematiCup

Il grafico mostra un buon livello di penetrazione e una ripartizione abbastanza omogenea su tutto il territorio nazionale. La parità di partecipanti per genere, mostrata in figura 5, evidenzia il soddisfacimento del requisito R7.

Nella seconda edizione gli allievi iscritti alla gara sono stati quasi 9000, con un aumento quindi di partecipanti dell'80%. La conferma nel 2008 da parte della quasi totalità delle scuole che hanno partecipato nel 2007 è indice di sostanziale gradimento da parte di insegnanti e alunni che già conoscono Matematicup.

Una seconda verifica di efficacia dell'iniziativa è stata condotta mediante interviste informali, telefoniche e in presenza, somministrate a due gruppi:

Il primo, composto da dirigenti e docenti delle 15 squadre vincitrici, ha sottolineato l'importanza dell'iniziativa come raccordo e completamento delle attività extracurricolari su scala locale (es. laboratori pomeridiani di matematica) praticate presso le scuole. Alcuni dirigenti hanno esplicitamente apprezzato la possibilità, fornita dalla competizione, di acquisire un elemento aggiuntivo di confronto tra le prestazioni delle squadre appartenenti al proprio istituto o a istituti collegati.

Molti dei partecipanti hanno chiesto una formale certificazione del risultato raggiunto.

Il secondo gruppo, composto da dirigenti, insegnanti e studenti di un campione pari al 5% circa dei partecipanti, ha messo in evidenza, tra gli aspetti positivi, la qualità dei

quesiti (per la loro concretezza e connessione al mondo esperienziale dei ragazzi). L'esistenza di una classifica ed un premio anche per la fase di allenamento ha spinto molti studenti ad un impegno costante nel periodo febbraio-maggio, molto apprezzato da insegnanti e famiglie. Alcuni insegnanti hanno richiesto la disponibilità dei quesiti come materiale didattico per le vacanze.

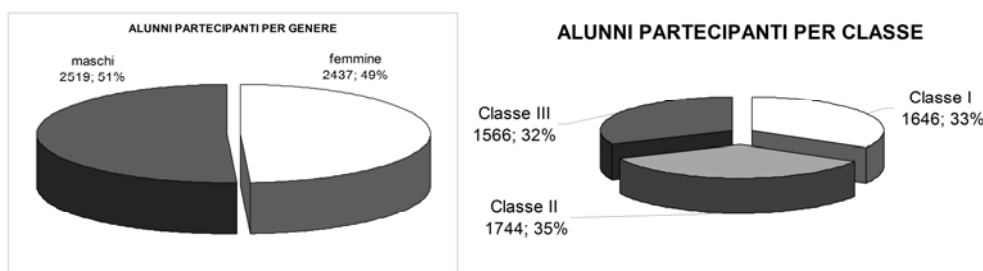


Figura 15: Alunni iscritti suddivisi per genere e per classe

La fase di inizio-gara è risultata critica per molti: infatti le difficoltà di connessione di alcune scuole ha comportato un ritardo nell'avvio della gara; ciò ha generato un'ondata di richieste telefoniche di spiegazioni che ha ulteriormente rallentato l'avvio della competizione. Un quinto degli intervistati ha espresso dubbi e perplessità sull'imparzialità dei docenti/allenatori delle squadre vincitrici. Molti avrebbero gradito una durata maggiore o più prove.

Le competizioni matematiche rappresentano un utile incentivo motivazionale per migliorare l'apprendimento della matematica nelle scuole secondarie inferiori, ma richiedono un'organizzazione attenta ed un uso appropriato degli strumenti.

La gara, condotta dall'Università del Salento in stretta collaborazione con la *community on line* Matematicamente.it, ha evidenziato interessanti spazi di miglioramento e ricerca rispetto ad altre competizioni a diffusione nazionale. In particolare gli insegnanti e gli studenti hanno apprezzato lo stile adottato per i quesiti, la possibilità di confrontarsi in sincrono con altre scuole su tutto il territorio nazionale e le graduatorie aggiornate in tempo reale accessibili anche a familiari e spettatori esterni.

### 3.4 Laboratorio di ecologia: EcologicaCup

In considerazione dei positivi risultati ottenuti, il modello organizzativo di Matematicup è stato adottato nel 2008 anche da EcoLogicaCup ([www.ecologicacup.unile.it](http://www.ecologicacup.unile.it), organizzata dall'Osservatorio su Ecologia e Salute degli Ecosistemi Mediterranei in collabora-

zione con la Società Italiana di Ecologia, le Oasi WWF ed altri). In questo caso alcune estensioni e modifiche sono state necessarie per tener conto della natura extra-curricolare dell'iniziativa rispetto ai programmi ministeriali della Secondaria Inferiore.

Le attività previste in questo laboratorio sono embedded, poiché sono previste esperienze sul campo. Sulla base del percorso didattico scelto i ragazzi fanno delle uscite in ambienti naturali dove devono effettuare le esperienze proposte, in una seconda fase rispondono alle domande di allenamento per la gara.

La piattaforma realizzata contiene non quindi non sono il 'motore' della gara on line ma anche una sezione di contenuti di preparazione per la prova.

Rispetto a matematicamente ha avuto un numero inferiori di iscritti, alla prima edizioni hanno partecipato circa 40 classi di scuola secondaria superiore. Questo risultato è stato comunque valutato positivamente dagli organizzatori sia perché i temi dell'ecologia non fanno parte dell'ordinario curriculum scolastico sia perché, a differenza della gara di matematica, studenti e docenti erano coinvolti anche in attività pratiche nei diversi ambienti: mare, bosco, lago, campagna, giardino.

Uno dei punti di forza di EcologicaCup è stata l'opportunità di ottenere dei finanziamenti pubblici per la realizzazione del progetto. Proprio sulle modalità di finanziamento le due gare si sono differenziate in maniera sostanziale. Per EcologicaCup è stato finanziato il gruppo di ricerca e di attuazione della gara, mentre le scuole partecipanti non hanno ricevuto finanziamenti. Per MatematiCup, molte delle scuole che hanno partecipato hanno potuto attingere ai fondi di progetti PON o a progetti finanziati dalla scuola stessa, invece il progetto in se stesso non ha ottenuto finanziamenti pubblici.

### **3.4 Laboratorio d'impresa: Agenzia Simulata delle Entrate**

La simulazione d'impresa si è affermata nell'ultimo decennio, in diversi ambiti, come strumento didattico di grande interesse e larga diffusione. In Italia, il Ministero della Pubblica Istruzione ha avviato fin dall'anno scolastico '94-'95 la Rete IFS-Italia che è rapidamente cresciuta, raggiungendo nel 2006 il numero di oltre 750 Imprese Formative Simulate (IFS nel seguito), distribuite su circa 600 istituti di istruzione superiore su tutto il territorio nazionale e con il coinvolgimento di circa 12.000 studenti e 3000 docenti.

Il tasso di natalità delle IFS nella rete IFS-Italia, in forte crescita negli ultimi anni, ha comportato, come in ogni sistema complesso, una "crisi di crescita" che ha riguardato

gli aspetti organizzativi, quelli operativi e lo *scaling-up* del sistema. Questa rapida crescita ha richiesto una riorganizzazione su base regionale, l'introduzione di una terza centrale nazionale di simulazione, la riprogettazione del software di simulazione e dell'architettura del sistema.

Il Dida-Lab del Dipartimento di Ingegneria dell'Innovazione dell'Università del Salento ha partecipato al processo di gestione del cambiamento in atto, collaborando alla definizione dell'architettura della nuova rete IFS-Italia e affiancando l'IPSSCTP "De Pace" di Lecce nella realizzazione della terza Centrale Nazionale di Simulazione denominata "Agenzia Simulata delle Entrate" (ASE nel seguito). Per la gestione del cambiamento e per la progettazione del software di simulazione dell'ASE, si è utilizzata la metodologia UWA+ per la modellazione concettuale di *Web Information System* (WIS), adattandola all'ambito della simulazione d'impresa. Nello specifico, l'approccio proposto da UWA+ è stato applicato per la definizione dei nuovi processi di fiscalità attribuiti all'ASE, per la progettazione delle relative componenti del sistema di simulazione (modulistica fiscale, *contact center*, ...) e per la definizione della nuova interfaccia multicanale di accesso al sistema (uso di cellulari, *streaming video*, ...).

Nell'ultimo decennio la metodologia didattica della simulazione d'impresa ha avuto un grande sviluppo in Italia con la rete IFS<sup>19</sup>, in Europa e nel resto del mondo con la rete EUROOPEN (EUROpean Practice Enterprises Network)<sup>20</sup>. Questa metodologia ha assunto caratteristiche ben delineate che la contraddistinguono tra le varie metodologie didattiche legate alla simulazione. Per simulazione d'impresa si intende, in questo contesto, la riproduzione realistica delle attività di un'impresa con l'obiettivo didattico di acquisire competenze pratiche nel campo della creazione e gestione di aziende. L'attività si svolge su un sistema informativo in rete che, attraverso la partecipazione di più imprese simulate e di una o più centrali di gestione e controllo, simula un ambiente di mercato controllato da uno stato virtuale [Bianchi 1, 2].

L'obiettivo principale di questa metodologia didattica è quello di applicare immediatamente, anche se in ambiente simulato, le conoscenze e competenze apprese nel corso degli studi. Si tratta di un'attività laboratoriale svolta in rete che integra diverse metodo-

---

<sup>19</sup> [http://www.ifsnetwork.it/portale\\_ifs/](http://www.ifsnetwork.it/portale_ifs/) (12.03.2009)

<sup>20</sup> <http://cms.europen.info> (12.03.2009)

logie di apprendimento: dal *learning by doing* al *cooperative/collaborative learning*, dal *network learning* al *situated learning*, dal *problem solving* al *role playing*.

In quanto *network learning*, la metodologia sposta il centro del processo di apprendimento dal rapporto studente-docente all'ambiente di apprendimento nel suo contesto globale (*learning environment*) [dos Santo 2006]. Il *network learning*, infatti, è una forma di apprendimento nella quale le ICT promuovono la connessione degli studenti con altri studenti, docenti, comunità e risorse di apprendimento [Asensio 2001, p. 9].

L'idea di base della simulazione d'impresa è che le competenze operative non possono essere acquisite attraverso lezioni teoriche se non sono integrate da attività pratiche. Tuttavia non sempre è possibile svolgere attività pratiche in un'impresa reale, sia per la poca disponibilità delle imprese a svolgere attività didattica, sia per le conseguenze che potrebbero comportare gli errori di gestione commessi dagli studenti. E' possibile invece svolgere queste attività in maniera simulata e controllata.

Gli obiettivi di apprendimento possono essere raggruppati in tre macroaree:

- competenze professionali che riguardano la gestione d'impresa e le infrastrutture tecnologiche d'ufficio;
- competenze sociali che riguardano la comunicazione (eventualmente in più lingue e in più modalità), l'interazione nel gruppo di lavoro e nella rete di imprese, il senso di responsabilità e le capacità decisionali;
- competenze metodologiche trasversali che riguardano le strategie del *problem solving*, la consapevolezza dei processi operativi e l'uso delle tecnologie informatiche.

La simulazione d'impresa è un modello formativo di origine austriaco, che risale al XVII secolo e l'Austria è a tutt'oggi la nazione che adotta in maniera massiccia questa metodologia di insegnamento, in quanto nelle scuole ad indirizzo economico-amministrativo fa parte delle attività curricolari<sup>21</sup>.

In Italia, questa metodologia è stata introdotta nella metà degli anni novanta, secondo due reti distinte: una promossa dal Ministero della Pubblica Istruzione denominata Rete Italiana delle Imprese Formative Simulate e una avviata dal Centro di Formazione Professionale "Città del ragazzo di Ferrara" promossa dalla regione Emilia Romagna e denominata "Simulimpresa"<sup>22</sup>.

---

<sup>21</sup> <http://www.act.at/>

<sup>22</sup> <http://www.simulimpresa.com/>

La rete Simulimpresa, nata nel 1994, è meno estesa a livello nazionale, ma aderisce alla più grande rete internazionale di imprese simulate, la rete EUROOPEN. È caratterizzata dalla diversificazione dei destinatari, in quanto vi partecipano non solo scuole superiori ma anche centri di formazione professionale post diploma e l'Università di Bologna<sup>23</sup>.

La rete IFS, avviata nell'anno scolastico 1994-'95, è costituita attualmente da circa 750 imprese simulate, attivate soprattutto in Istituti Tecnici e Istituti Professionali. È una realtà principalmente italiana con una propria impronta didattica, legata alle direttive del Ministero della Pubblica Istruzione. Partner europei della rete sono la rete del Sud Tirolo ASUS<sup>24</sup>, che è una rete autonoma, la rete austriaca ACT, la rete tedesca UBW<sup>25</sup>, la rete ungherese COPF, la rete svizzera CSEE<sup>26</sup> e una piccola rete in Croazia.

Il progetto IFS, coordinato dal Ministero della Pubblica Istruzione, Direzione Generale dell'Istruzione Professionale (ispettrice Liliana Borrello), interagisce con il territorio e con il mondo del lavoro attraverso le imprese tutor (imprese reali che fanno da riferimento per tutte le attività dell'impresa simulata) e, per mezzo di specifici protocolli d'intesa, con altri enti statali come l'Agenzia Nazionale delle Entrate e Unioncamere, con associazioni di categoria come Confindustria, Confcooperative, Confesercenti, e con confederazioni sindacali.

Fino al 2005 tutte le attività delle IFS sono state supportate da due Centrali di Simulazione:

- la centrale presso l'IPSSCTSP "Datini" di Prato con funzioni di stato, camera di commercio e banca;
- la centrale presso l'IPSSCTSP di Vibo Valentia con la duplice funzione di supportare le attività di scambio commerciale tra le IFS (anche attraverso le cosiddette imprese ombra: imprese fittizie che vendono e acquistano beni e servizi che non sono commercializzati dalle imprese gestite dagli studenti) e di amministrare il sistema telematico che consente tutte le attività on line.

L'articolo 4 della legge n. 53 del 2003 ha introdotto nella scuola italiana i percorsi di Alternanza Scuola Lavoro con l'obiettivo di rafforzare il rapporto della scuola con il mondo del lavoro, creando dei percorsi didattici che progressivamente inseriscano gli

---

<sup>23</sup> <http://ei.unibo.it/simulimpresa/> (12.03.2009)

<sup>24</sup> <http://www.snets.it/asues/Seiten> (12.03.2009)

<sup>25</sup> <http://www.uebungsfirmen.de>

<sup>26</sup> <http://www.practicefirms.ch/>

studenti nelle imprese. In base a questa legge, gli studenti quindicenni possono scegliere dei percorsi formativi che alternano la presenza a scuola con presenze nelle aziende. Il modello didattico organizzativo dell'Impresa Formativa Simulata viene visto come un'opportunità per realizzare l'Alternanza Scuola Lavoro anche in quelle scuole il cui territorio presenta soltanto piccole e medie imprese che hanno difficoltà a ospitare studenti per lunghi periodi.

Nel 2004, con il Programma Operativo Nazionale (PON), vengono finanziate, attraverso le Azioni 1.1f "*Impresa Formativa Simulata: percorsi in alternanza per lo sviluppo di competenze di imprenditorialità*" e 1.2 "*Esperienze di stage nell'ambito dei percorsi di istruzione*", nuove IFS nelle scuole delle *Regioni Obiettivo 1* (Basilicata, Calabria, Campania, Puglia, Sardegna, Sicilia).

Tra il 2004 e il 2005 le imprese della rete raddoppiano e si pone il problema di ampliare le strutture già esistenti di supporto alla rete, di automatizzare e rendere 'elettroniche' alcune delle procedure al fine di semplificare il lavoro degli operatori di supporto, di dare maggiore rilievo ai temi della fiscalità.

Uno specifico protocollo d'intesa tra MIUR e Agenzia delle Entrate prevede l'istituzione dell'Agenzia Simulata delle Entrate presso l'Istituto "A. De Pace" di Lecce. Il laboratorio Dida-Lab dell'Università di Lecce viene così coinvolto nel progetto per le precedenti esperienze acquisite nel campo delle applicazioni Web, con particolare riferimento all'e-government.

**Ciclo di vita di una IFS.** Le scuole che partecipano alle attività di simulazione della rete IFS-Italia sono quasi tutte scuole a indirizzo tecnico o professionale, le classi sono quelle del triennio prevalentemente di indirizzo economico-aziendale. L'attività comincia al terzo anno con una sensibilizzazione verso le tematiche del progetto IFS e un primo approccio alla struttura organizzativa della rete. Contestualmente gli allievi, guidati da docenti ed esperti del settore, analizzano in termini quantitativi e qualitativi i dati del tessuto socio-economico del territorio locale.

Nel corso del quarto anno un gruppo classe, guidato da un docente (docente tutor) e con la collaborazione di tutto il consiglio di classe, costituisce un'impresa prendendo come riferimento un'impresa reale (azienda tutor) che opera nel territorio della scuola. L'impresa simulata e l'azienda reale mantengono una collaborazione per tutto il percorso formativo.



L'attività del quarto anno è centrata inizialmente sulla costituzione dell'impresa (attivazione e *start-up*), per il resto dell'anno sul commercio elettronico con altre IFS e sulle attività gestionali: sia i beni sia la moneta di scambio sono puramente virtuali.

L'attività del quinto anno si caratterizza per l'attenzione verso i temi della fiscalità e la chiusura dell'attività di impresa. All'uscita dagli studenti dal percorso scolastico, la IFS può essere chiusa o può essere rilevata (mediante la cessione delle quote) da altri studenti che iniziano il percorso.

Il ciclo completo di vita di una IFS è sintetizzato nella figura 16.

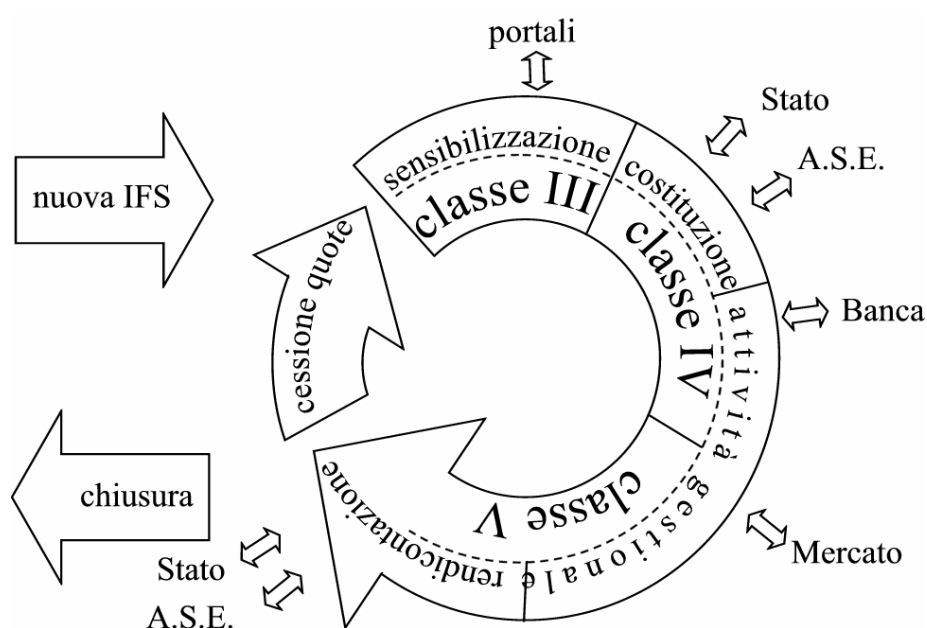


Figura 16. Ciclo di vita di una IFS e interazione con le Centrali della rete.

**Architettura del sistema.** L'insieme delle IFS, gestite in autonomia dagli studenti, costituisce il cuore del sistema, detto Mercato.

La simulazione delle attività di impresa necessita di ingenti strutture di supporto che possono essere catalogate nel seguente modo:

- strutture che nella realtà sono gestite dallo stato (Stato, Camera di Commercio, Agenzia delle Entrate, Banca nazionale), le quali hanno ruoli di controllo e regolamentazione;

- aziende e attività che per complessità di gestione non sono affidate alla simulazione degli studenti: banche e imprese ombra;
- strutture hardware e software che permettono la comunicazione, il commercio, lo *storage* e lo scambio di dati tra le centrali.

Dal 2005, la crescita della rete ha richiesto una decentralizzazione delle attività demandate allo stato e all'agenzia delle entrate. Per questo motivo sono stati introdotti i Simucenter regionali che costituiscono i punti di riferimento delle imprese simulate della regione di competenza per tutto ciò che riguarda la fiscalità e i rapporti con lo stato.

Il Ministero della Pubblica Istruzione controlla la qualità del percorso formativo, promuove il progetto sia verso gli enti esterni al mondo della Scuola (Agenzia delle Entrate, Unioncamere, associazioni di categoria) sia all'interno, organizzando la formazione dei docenti e sostenendo i progetti che prevedono l'attuazione del percorso IFS.

La figura 17 sintetizza l'architettura della rete IFS-Italia.

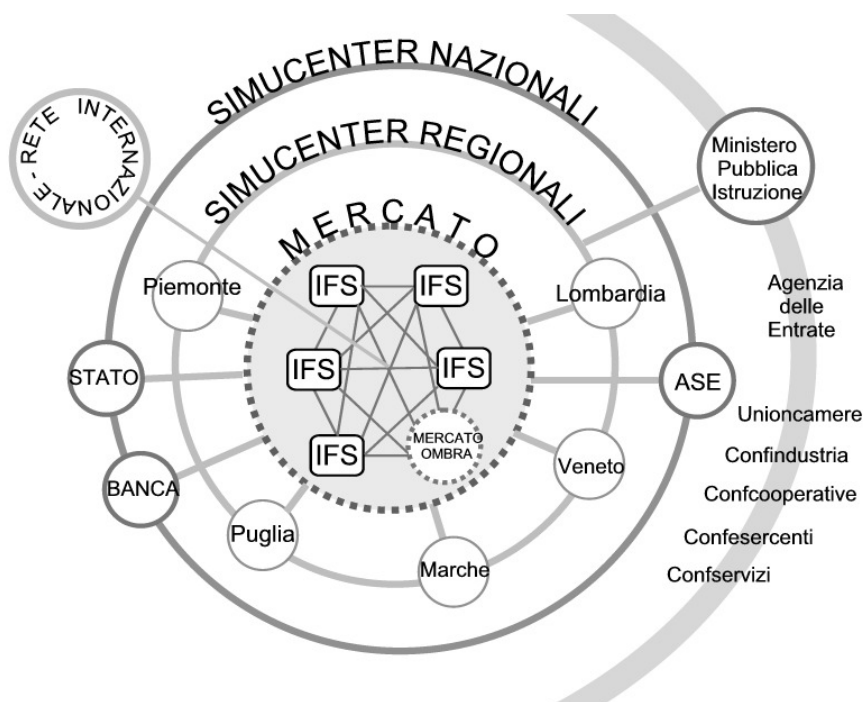


Figura 17. Architettura della rete IFS-Italia

**L'ASE.** La creazione dell'Agenzia Simulata delle Entrate come nuova componente del progetto IFS-Italia ha comportato numerose conseguenze a livello organizzativo e operativo. Nell'arco dell'anno scolastico 2005-2006, è stato necessario:

- per l'ASE: definirne il ruolo, individuarne la struttura interna in termini di persone e compiti, definire le procedure operative da assegnare ad ogni nuova figura, formarne il personale, avviarne le attività, creare tutte le applicazioni informatiche ed il relativo materiale didattico;
- per le altre centrali nazionali di simulazione: ridefinirne il ruolo in funzione dell'attivazione dell'ASE, definire le procedure di interoperabilità (interscambi-dati, attivazione di processi...);
- per le Agenzie Regionali delle Entrate: definirne le funzioni, individuarne la struttura interna in termini di persone e compiti, creare l'infrastruttura informatica di supporto, addestrarne il personale, definire le procedure di interoperabilità;
- per le IFS: creare i contenuti didattici relativi ai processi che hanno impatto sulla fiscalità, creare il sistema informatico di supporto ai processi.

In questo contesto, considerato il numero dei partner di progetto (Ministero, Uffici Scolastici Regionali, simucenter nazionali, simucenter regionali, istituti scolastici, classi, aziende tutor) e l'eterogeneità delle competenze (presidi, insegnanti di varie discipline, informatici, ispettori ministeriali, studenti...) si è ritenuto indispensabile adottare un approccio sistematico per la gestione del cambiamento, non dissimile da quelli adottati presso molte aziende ed organizzazioni complesse.

In particolare, il Dida-Lab del Dipartimento di Ingegneria dell'Università del Salento si è occupato della progettazione e realizzazione del nuovo sistema informativo Web dell'ASE, adottando la metodologia UWA+ per l'analisi dei *goal*, per la definizione dei requisiti, per la modellazione dei processi e delle risorse informative, per la definizione degli aspetti di navigazione e per il disegno delle interfacce-utente.

UWA+, infatti, è nata per favorire la progettazione di WIS da parte di team eterogenei, a supporto di organizzazioni complesse, e consente di rappresentare in maniera univoca, mediante diagrammi e schemi, le parti del sistema da realizzare e le procedure organizzative/operative da attivare.

A titolo di esempio, in fig. 18 si riporta una vista derivata dal diagramma *goal-stakeholders* di UWA+ per il *tipo di utente* "Amministratore IFS". Nel diagramma gli obiettivi di alto livello, rappresentati da ovali, sono descritti in termini di requisiti funzionali, rappresentati da rettangoli, e requisiti procedurali, raffigurati da galloni (  $\triangleright$  ).

I requisiti funzionali sono a loro volta classificati in termini di requisiti di contenuto (e-tichettati con “C”), di interfaccia (“U”) e di navigazione (“S”).

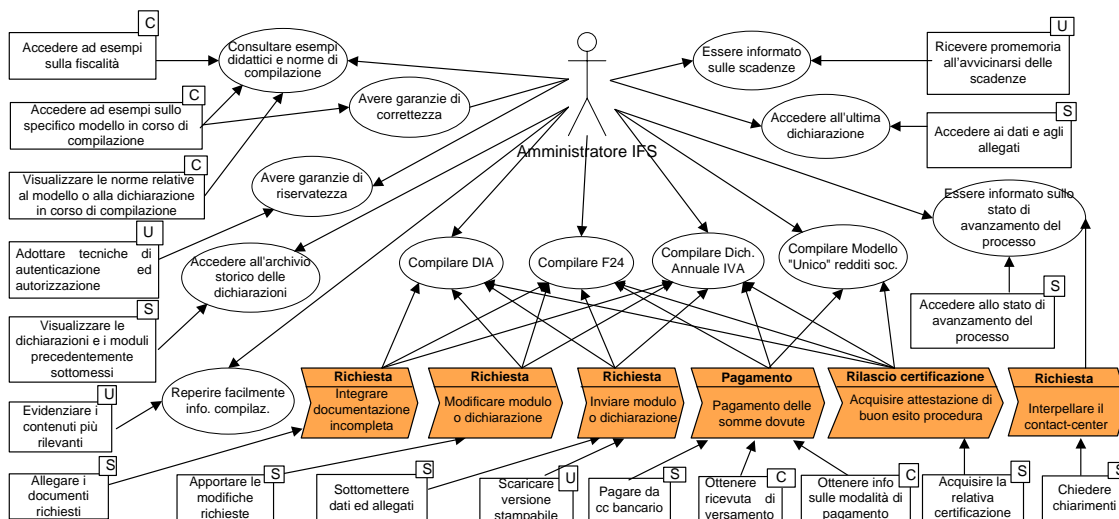


Figura 18. Diagramma goal-stakeholders relativo all'ASE

Particolarmente utili per il progetto IFS-Italia sono state anche le “Assembly lines” di UWA+, che rappresentano in forma di *business process* il flusso delle azioni compiute dai vari tipi di utente del sistema. Nel diagramma sono rappresentati, contestualmente, i tipi di utente, i documenti generati da ogni tipo di utente, le risorse informative necessarie allo svolgimento di ogni attività, il tipo di accesso a tali risorse (O in lettura, ● in scrittura).

A titolo di esempio, l'*assembly line* relativa al processo “Modello F24” è riportata in figura 19.

Alla realizzazione degli schemi di cui sopra ha fatto seguito la modellazione dell'hyperbase del sistema [Bochicchio 2004] e la definizione delle strutture di accesso, e del modello di navigazione e delle interfacce utente.

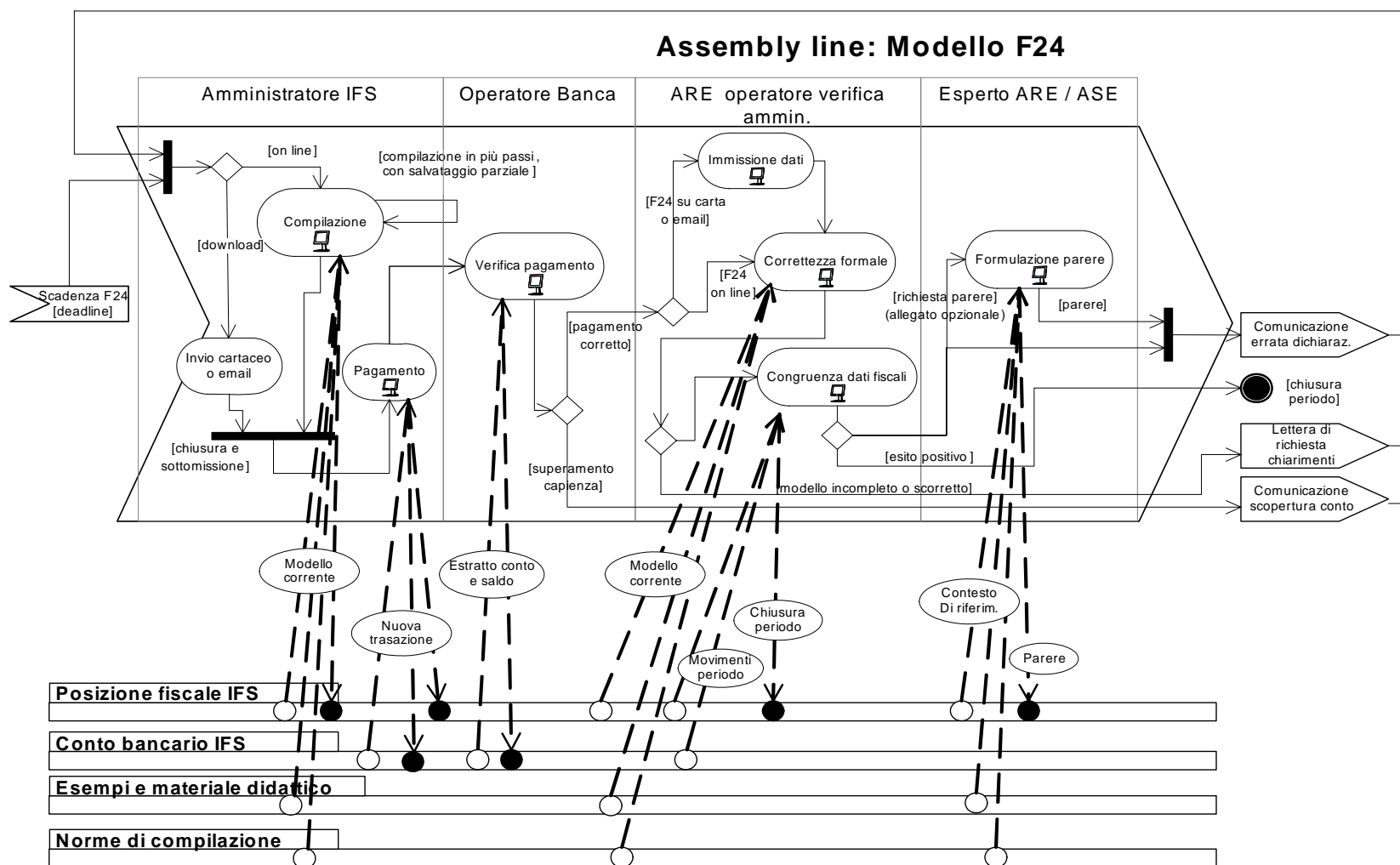


Figura 4. Iter di compilazione, pagamento, sottomissione e verifica del modulo F24.

Per quanto concerne le interfacce utente, la modulistica fiscale (F24, DIA, Unico ecc.) è stata riprodotta sul Web in modo conforme alla versione ufficiale su carta al fine di massimizzare l'efficacia didattica della simulazione. Alcune semplificazioni apportate alla modulistica per ragioni didattiche sono state implementate mediante disabilitazione e parziale oscuramento dei corrispondenti campi sui moduli informatizzati. In figura 20 sono riportate le principali schermate dell'applicazione realizzata come risultato della fase di modellazione.

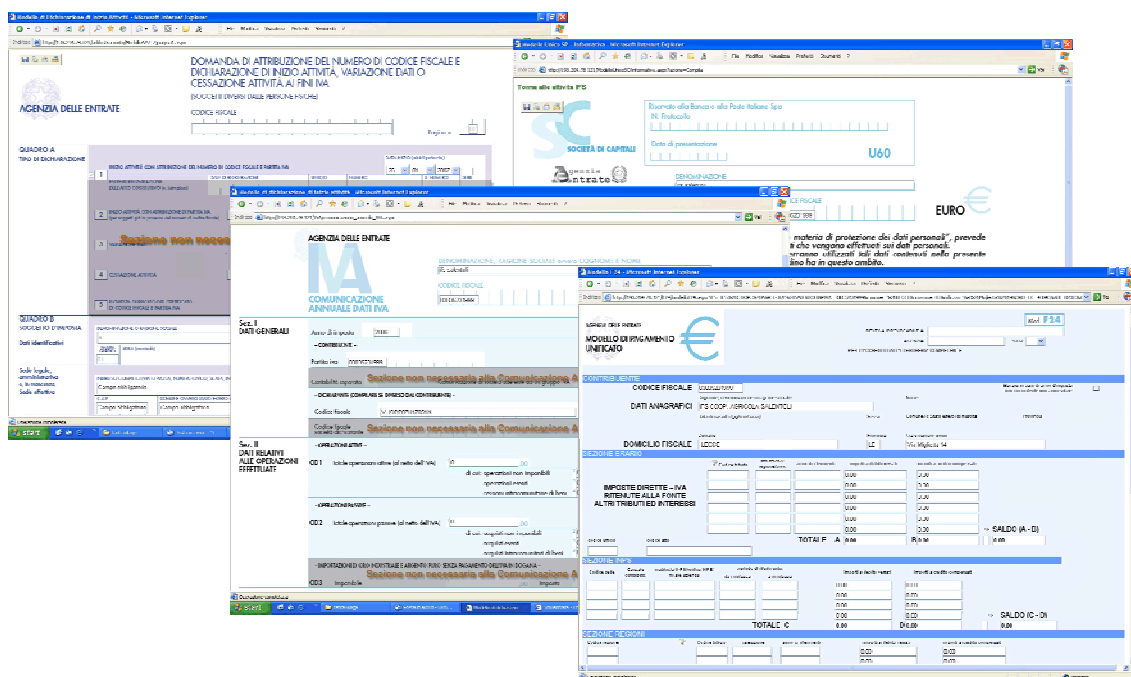


Figura 20. Sistema ASE: interfacce-utente

Nel primo anno di attività del sistema ASE, oltre 100 nuove imprese simulate facenti capo alle regioni autonome appena costituite, ed in particolare alla Regione Lombardia, hanno operato su tutte le procedure del Sistema ASE, con esclusione della dichiarazione dei redditi (Modello Unico), attivata nel secondo anno di sperimentazione. In tale periodo il Sistema ha consentito l'interazione tra Banca, ASE, Stato ed imprese simulate senza problemi significativi.

Il team di progetto ha poi constatato che l'introduzione del Modello F24 informatico da parte del Ministero delle Entrate, avvenuta dopo circa un anno dall'attivazione dell'analogo sistema simulato, ha ricalcato le stesse modalità operative e di interfaccia definite dal team in fase di progettazione. Gli alunni coinvolti nella sperimentazione hanno così potuto acquisire, con un anno di anticipo, competenze operative apprezzate dalle aziende tutor.

L'efficacia dell'approccio progettuale strutturato, basato su UWA+, si è manifestata anche nel fatto che le regioni autonome, che hanno ritenuto indispensabile replicare in locale ed amministrare direttamente le funzioni di banca e stato, hanno potuto esercitare le funzioni di controllo regionale sullo stesso Sistema ASE installato presso il Simucenter di Lecce, senza alcun bisogno di ulteriore hardware o adattamenti al software.

La possibile introduzione di un nuovo sistema di moneta virtuale, di una borsa valori simulata, della firma telematica e dell'impiego di cellulari e computer palmari rappresentano alcuni tra i temi di sviluppo più rilevanti su cui il Progetto IFS-Italia è attualmente impegnato per accrescere l'efficacia didattica della simulazione, anticipare il futuro ed aumentare il livello di coinvolgimento di studenti e docenti.

## **Conclusioni**

I temi affrontati durante il triennio di dottorato hanno riguardato le attività di laboratorio nell'insegnamento via Web delle discipline scientifiche, dove per laboratorio è stato inteso sia il laboratorio scientifico in senso stretto sia più in generale le attività usualmente dette laboratoriali, di tipo operativo e collaborativo. Contestualmente è stata sviluppata una *Online Learning Community*, non di natura istituzionale, sull'apprendimento e l'approfondimento della matematica e di discipline affini, alla quale si sono aggregati spontaneamente e senza vincoli formativi istituzionali numerosi studenti, docenti e appassionati. Per questa community sono stati progettati e realizzati diversi strumenti di gestione e controllo sia dei contenuti sia degli utenti.

La rilevanza scientifica dei temi trattati è attestata dalla produzione recente di articoli in conferenze internazionali e su riviste internazionali di settore, alcuni dei quali sono riportati in bibliografia. In riferimento alle suddette tematiche sono state individuate alcune questioni aperte che sono state affrontate nel corso del dottorato e discusse nella tesi.

Per quanto riguarda il laboratorio remoto si è progettato e prodotto un software in grado di far gestire a una classe virtuale, che si incontra su una pagina Web, sofisticati strumenti di laboratorio. Negli ultimi anni sono stati prodotti diversi software di questo tipo soprattutto dalle facoltà universitarie di ingegneria. Sono state individuate diverse caratteristiche che sembravano mancare ai laboratori remoti esaminati. Se ne riportano quelle che si è cercato di realizzare nel corso delle attività di ricerca: l'effettivo uso collaborativo degli strumenti; un rafforzamento della sensazione di co-presenza di studenti, tutor e strumentazione; una valutazione quantitativa, confermata sperimentalmente, dei limiti del numero di utenti che possono interagire contemporaneamente (vedersi, sentirsi, controllare gli strumenti), in base alla disponibilità di banda; una capacità del software di adattarsi facilmente a qualsiasi strumento di laboratorio, purché 'nativamente' controllabile da software via computer; la capacità di gestire differenti privilegi di controllo e di messa in sicurezza della strumentazione di laboratorio; la possibilità di offrire all'utente differenti 'prospettive' di osservazione e partecipazione; l'attivazione di dinamiche di gruppo motivanti; la collocazione delle attività di laboratorio nei percorsi didattici della scuola secondaria.

I contributi dello scrivente sono stati di diverso tipo, se ne riportano quelli più significativi: analizzare lo stato dell'arte; ipotizzare nuovi scenari d'uso dei laboratori



---

remoti; individuare gli obiettivi didattici generali; definire “goals”, “stakeolders” e requisiti del sistema; mettere a punto il modello e individuare nuovi strumenti di modellazione; discutere il modello sia con i fruitori (studenti, docenti, dirigenti scolastici, membri della direzione scolastica regionale e nazionale) sia con gli sviluppatori dell’applicazione; valutare in fase di test la corrispondenza del software rispetto ai requisiti; osservare in fase d’uso le dinamiche di interazione degli utenti; individuare possibili finanziamenti pubblici e privati.

Per quanto riguarda le comunità on line di apprendimento e le attività laboratoriali in senso lato, il mio contributo ha riguardato: ipotizzare scenari con forme ibride (formali e informali) di community online dedicate alla formazione; valutare le condizioni che facilitano la nascita di reti sociali a scopo formativo e quelle che sostengono e rafforzano i legami sociali; progettare forme collaborative sincrone di attività laboratoriali; individuare tecniche di personalizzazione e linee guida per l’uso di *software low cost* per la gestione di community; esplicitare gli scambi di valore, non solo in senso economico, che attivano fenomeni di interazione (collaborazione, competizione, ingresso, abbandono, ...) all’interno di una *online community*; risolvere problematiche relative all’interazione di tecnologie eterogenee sia *open source* sia proprietarie; individuare forme di finanziamento per la gestione di community informali per l’apprendimento on line.

I risultati ottenuti dai progetti realizzati sono messi in evidenza dalla larga partecipazione di studenti, docenti, classi e scuole che hanno preso parte alle sperimentazioni attivate.

**Il progetto AstroNet** è stato presentato nell’ambito delle iniziative “Notte della ricerca” dall’Università del Salento, è stato sperimentato con 15 classi di studenti delle scuole superiori del Salento, alcune sessioni sono state realizzate nell’ambito degli incontri tra ricercatori ed accademici pugliesi con gli studenti delle scuole secondarie superiori organizzati dall’ARTI Puglia (Agenzia Regionale per la Tecnologia e l’Innovazione)<sup>1</sup>. I risultati ottenuti sono stati unanimemente valutati positivi sia sotto l’aspetto innovativo della proposta sia per la sua validità didattica. Per l’A.A. 2008/2009 il laboratorio AstroNet fa parte delle attività del Master Innovazione Didattica In Fisica e Orientamento – IDIFO<sup>2</sup>, presso l’Università degli Studi di Udine.

---

<sup>1</sup> <http://www.arti.puglia.it/>

<sup>2</sup> <http://idifo.fisica.uniud.it/> (12.03.2009)

**L’Agenzia Simulata delle Entrate** per la rete delle Imprese Formative Simulate coinvolge oggi oltre 800 classi di scuole secondarie di secondo grado, e la sua struttura è rimasta sostanzialmente invariata (nel senso che non si sono rese necessarie modifiche significative) anche quando il Ministero dell’Istruzione, constatata la crescita della rete IFS, ha ritenuto necessario rinnovare tutte le altre componenti della rete trasferendole all’INDIRE.

**La gara on line MatematiCup** è stata svolta in collaborazione tra **Matematicamente.it**, le testate giornalistiche on line **Kataweb** e **Le Scienze**, l’associazione nazionale di insegnanti di matematica **Mathesis**, i dipartimenti di Ingegneria, Matematica, Statistica dell’Università del Salento. Alla prima edizione hanno partecipato 5000 studenti di 150 scuole secondarie di primo grado, alla seconda edizione hanno partecipato quasi 9000 studenti, 430 squadre, 210 scuole. Il modello tecnologico collaborativo messo a punto è stato richiesto dal Dipartimento di Scienze e Tecnologie Biologiche e Ambientali dell’Università del Salento per adattarlo a una gara on line sui temi dell’ecologia, denominata **EcologicaCup**. Quest’ultima attività ha coinvolto circa 40 scuola secondarie di secondo grado. Il numero di partecipanti nettamente inferiore a quello di **MatematiCup** si giustifica con il fatto che la competizione sui temi di ecologia richiedeva anche attività sul campo e quindi forme embedded di partecipazione, pertanto la soglia dei partecipanti è stata ritenuta più che soddisfacente dagli organizzatori.

**Il sito Matematicamente.it** ha vinto il premio **WWW de Il Sole 24 Ore** come miglior sito italiano per la categoria “Istruzione e lavoro” per il 2007<sup>3</sup>, è stato segnalato nella categoria Educational delle “Rivelazione del Web 2007” da **Yahoo! Italia**<sup>4</sup>, è candidato come testata giornalistica a un premio speciale nell’ambito del premio nazionale “Personalità Ludica dell’Anno” edizione 2009 per l’uso del gioco creativo e intelligente come mezzo di diffusione della cultura. Attualmente **Matematicamente.it** ha 21.000 iscritti, 520.000 visitatori al mese e 2,9 milioni di pagine viste al mese secondo **Google Analytics**; i dati di **Audiweb** relativi al mese di dicembre 2008 riportano in media 8.000 visitatori al giorno e 50.000 pagine viste al giorno. Attualmente **Matematicamente.it** si autofinanzia con la vendita di spazi pubblicitari.

---

<sup>3</sup> <http://premiowww.ilsole24ore.com/vincitori.php> (12.03.2009)

<sup>4</sup> <http://it.promotions.yahoo.com/migliori-siti-web/> (12.03.2009)

---

## Bibliografia e sitografia

- [ADL 2004] Advanced Distributed Learning, *SCORM 2.0*, 2004,  
<http://www.adlnet.gov/scorm/downloads/index.aspx> (21.02.2009)
- [Agarwal 1998] Agarwal D. A., Sachs S. R., Johanston, W. E., *The reality of collaboratories*, in “Comput. Physt. Commun.” (110), 1998, pp.134-141.
- [Aktan 1996] Aktan B., Bohus C. A., Crowl L. A., Shor M. H., *Distance learning applied to control engineering laboratories*, in “IEEE Transactions on Education” (39, 3), 1996, pp. 320–326.
- [Anderson P. 2007] Anderson P., *What is Web 2.0? Ideas, technologies and implications for education*, JISC reports, 2007.  
<http://www.jisc.ac.uk/media/documents/techwatch/tsw0701b.pdf>  
(07.03.2009)
- [Anderson T. 2005] Anderson T., *Distance Learning – Social Software’s killer ap?*, ODLAA 2005 Conference  
<http://www.unisa.edu.au/odlaaconference/PPDF2s/13%20odlaa%20-%20Anderson.pdf>  
(07.03.2009)
- [Anderson T. 2006] Anderson T., *PLEs versus LMS: Are PLEs ready for Prime time?*, in “Virtual Canuck – Teaching and Learning in a Net-Centric World”, 2006,  
<http://terrya.edublogs.org/2006/01/09/ples-versus-lms-are-ples-ready-for-prime-time/>  
(08.03.2009)
- [Asensio 2001] Jones, C., M. Asensio, et al., 2001, *Effective networked learning in higher education: notes and guidelines*, presentato in “*Networked Learning in Higher Education Project (JISC/CALT)*”, Lancaster University, 31.01.2001.
- [Bartolomé 2008] Bartolomé A., *Web 2.0 and New Learning Paradigms*, in “eLearning Papers” (8) 2008,  
[http://www.elearningpapers.eu/index.php?page=doc&doc\\_id=11654&doclng=9](http://www.elearningpapers.eu/index.php?page=doc&doc_id=11654&doclng=9) (07.03.2009)
- [Bateson 1972] Bateson G., *Verso un’ecologia della mente*, Adelphi, Milano, 1972.
- [Bianchi 1] M. Bianchi, *La Simulazione d’Impresa ed il Long Distance Support Center della Facoltà di Economia Della Università di Bologna Sede di Forlì*,  
<http://ei.unibo.it/materie/pdf/simurel1.pdf>
- [Bianchi 2] M. Bianchi, *La Simulazione d’Impresa negli interventi di sviluppo dei paesi in transizione*. <http://ei.unibo.it/simulimpresa/worklast3.pdf>
- [Biolghini 2000] Biolghini D., Cengarle M. (a cura di), *Net learning. Imparare insieme attraverso la rete*, Milano, ETAS, 2000
- [Biolghini 2000] Biolghini D., Cengarle M., *Net learning. Imparare insieme attraverso la rete*, Etas, Milano, 2000.
- [Biolghini 2001] Biolghini D. (a cura di), *Comunità in rete e Net learning*, Milano, ETAS, 2001
- [Bochicchio 2004] M. A. Bochicchio, A. Longo, *UWA+: bridging Web systems design and Business process modelling*, in “International Workshop on Web Engineering”,

August 10, 2004, in conjunction with ACM Hypertext 2004, Santa Cruz, August 9-13, 2004.

[Bonaiuti 2006] Bonaiuti G., *E-learning 2.0*, Erikson, 2006.

[Boscarino 2004] Boscarino G. S., *La didattica laboratoriale*, Inserito n.9 gennaio 2004 di Scuola e Didattica, Editrice La Scuola, 2004,  
<http://www.lascuola.it/webapp/Download/SD/PR005.pdf>  
(24.02.2009)

[Calvani 1999] Calvani A., Rotta M., *Comunicazione e apprendimento in Internet. Didattica costruttivistica in rete*, Centro Studi Erickson, Trento, 1999.

[Calvani 2005] Calvani A., *Comunità di pratica e di apprendimento*,  
<http://www.costruttivismoedidattica.it/articoli/Calvani%20-%20ComunitaApprendimento.pdf>  
(09.03.2009)

[Calvani 2005b] Calvani A., *Rete comunità e Conoscenza. Costruire e gestire dinamiche collaborative*, Erickson, 2005

[Calvani 2006] Calvani A., Fini A., Pettenati M.C., Sarti L., Masseti M., *Design of Collaborative Learning Environments: bridging the gap between CSCL theories and Open Source Platforms*, in "Journal of e-Learning and Knowledge Society, (4) 2006

[Camizzi 2002] L. Camizzi, E. Mosa, F. Rossi, *Un'esperienza di "collaborative learning" in matematica, Contenuti innovativi + apprendimento collaborativo + ambienti on line = la formula ideale per l'apprendimento e l'insegnamento della matematica!*, INDIRE, <http://www.bdp.it/content/index.php?action=read&id=1439>.

[Canfora 2004] Canfora G., Daponte P., and Rapuano S., *Remotely accessible laboratory for electronic measurement teaching*. Comput. Standards and Interfaces (26, 6), 2004, pp. 489--499.

[CEDFOP 2004] Tissot p., *Terminology of vocational training policy, A multilingual glossary for an enlarged Europe*, CEDFOP, 2004  
[http://www.cedefop.europa.eu/etv/Upload/Information\\_resources/Bookshop/369/4030\\_6k.pdf](http://www.cedefop.europa.eu/etv/Upload/Information_resources/Bookshop/369/4030_6k.pdf)  
(22.02.2009)

[Cerini 1996] Cerini A., *La simulazione nei processi formativi*, F. Angeli, Milano, 1996.

[Clancey 1995] W. J. Clancey, "A tutorial on situated learning", in *Proceedings of the International Conference on Computers and Education* (Taiwan) Self, J. (Ed.) Charlottesville, VA: AACE. 49-70, 1995; <http://cogprints.org/323/0/139.htm>

[Clough 2002] Clough M. P., *Using the laboratory to enhance student learning*, in "Learning Science and the Science of Learning", R. W. Bybee, Ed. National Science Teachers Association, Washington, DC, 2002, 85--97.

[Cmuk 2006] Cmuk D., Mutapcic T., Zoino F., *Remote versus classical laboratory in electronic measurements teaching - effectiveness testing*, XVIII Imeko World Congress, Metrology for a Sustainable Development, Rio de Janeiro, Brazil, September 17 – 22, 2006.

[Conner 2004] Conner M. L., *Informal learning*,  
<http://agelesslearner.com/intros/informal.html>  
(22.02.2009)

[Criton 2005] Criton M., "Le origini: I giochi matematici fino al Medioevo", in *Lettera Matematica Pristem*, n.54, 2005, p.54.

[Daponte 2007] Daponte P., Rapano S., Riccio M., Zoino F., *Remote didactic laboratory in electronic measurements: quality of system testing*, in "Instrumentation and Measurement Technology Conference", 1-3 May 2007, Warsaw, Poland.

[Daponte 2007b] Andria G., Baccigalupi A., Borsic M., Carbone M., Da ponte P., De Capua C., Ferrero A., Grimaldi D., Liccardo A., Locci N. , Lanzolla A.M.L., Macii D., Muscas C., Peretto L., Petri D., Rapano S., Riccio M., Salicone S., Stefani F., *Remote Didactic Laboratory "G. Savastano The Italian Experience for E-Learning at the Technical Universities in the Field of Electrical and Electronic Measurements: Overview on Didactic Experiments*, in "IEEE transactions on instrumentation and measurement" (v. 56, n. 4), august 2007.

[Davidson 1990] Davidson, N.E. Cooperative learning in mathematics: a handbook for teachers, Addison-Wesley, 1990.

[Donzelli 2007] Donzelli P., Melina M.L., Progetto Digi Scuola (Ex Cipe Scuola), Didamatica 2007

[dos Santos 2006] J. A. dos Santos, 2006, *Practice Firms and Networked Learning: Unaccomplished Potentialities*, in "Proceedings of the Fifth International Conference on Networked Learning 2006", Lancaster: Lancaster University, 10-12 April 2006.

[Downes 2005] Downes S., *E-learning 2.0.*, eLearn Magazine, 2005,  
<http://www.elearnmag.org/subpage.cfm?section=articles&article=29-1>  
(07.03.2009)

[EU 2006] European social fund support to education and training – 2007-2013  
[http://ec.europa.eu/employment\\_social/esf/docs/educationandtraining\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/employment_social/esf/docs/educationandtraining_en.pdf)  
(28.02.2009)

[Euler 2001] Euler M., *Physics and physics education beyond 2000: views, issues and visions*, in "Physics Teacher Education Beyond 2000", Pintò R, Surinac S. eds, Elsevier, Paris, p. 3.

[Euler 2004] Euler M., *Quality development: challenges on physics education*, GIREP seminarproceedings, M. Michelini ed., Forum 2004, pp. 17-30.  
[http://www.lernort-labor.de/download/Euler\\_Udine\\_03.pdf](http://www.lernort-labor.de/download/Euler_Udine_03.pdf)  
(24.02.2009)

[Falco 2002] Falco A., *La simulazione d'impresa come laboratorio virtuale*, Form@re, Eriksson, (14) 2002. [http://formare.erickson.it/archivio/ottobre\\_02/falco.html](http://formare.erickson.it/archivio/ottobre_02/falco.html)  
(10.03.2009)

[Faucher 1985] Faucher G., *The role of laboratories in engineering education*, in "Int. J. Mechanical Eng. Education" (13), 1985, pp. 195--198.

[Fisica nella Scuola 1994] Aa. Vv., *Strategie di insegnamento della fisica: il ruolo del problema e il ruolo del laboratorio*, Speciale de La Fisica nella Scuola, XXVII, 4, 1994

[Franci 2005] Alcuino di York, Giochi matematici alla corte di Carlomagno, Problemi per rendere acuta la mente dei giovani, a cura di R. Franci, Edizioni ETS, 2005.

- [Galgano 2006] Galgano N., *CMS Open Source Joomla!*, <http://www.joomladay.it/content/view/11/10/lang.it/> (10.03.2009)
- [Gravier 2006] Gravier C., Fayolle J., Lelev N. G., A., Benmohamed H., *Closing the gap between remote labs and learning management systems*, in “The 1<sup>st</sup> International Conference on E-Learning in Industrial Electronics” Hammamet, Tunisia, 2006, pp. 130-134.
- [Gravier 2006b] Gravier C., Fayolle J., Noyel G., *A distributed online laboratory system for distant learning*, in “The International Conference on Signal-Image Technology and Internet-Based Systems”, Hammamet, Tunisia, 2006pp. 345-354.
- [Gravier 2007] Gravier C., Fayolle J., Bayard B., Ates M., Lardon J., *Remote laboratories: Proposed guidelines*, in “2nd International Conference on Digital Information Management”, Lyon, France, 28-31 Oct. 2007, pp 786-792.
- [Gravier 2008] Gravier C., Fayolle J., Bayard B., Ates M., Lardon J., *State of the Art About Remote Laboratories Paradigms – Foundations of Ongoing Mutations*, iJOE – Volume 4, Issue 1, February 2008, pp. 19-25.
- [Grimaldi 2002] Grimaldi R., *Il portale FAR e i laboratori virtuali*, Form@re, Eriksson, (14) 2002. [http://formare.erickson.it/archivio/ottobre\\_02/grimaldi.html](http://formare.erickson.it/archivio/ottobre_02/grimaldi.html) (10.03.2009)
- [Harward 2004] Harward J., del Alamo J. A., Choudary V. S., DeLong K., Hardison J. L., Lerman S. R., Northridge J., Varadharajan C., Wang S., Yehia K., Zych D., *BiLabs: A scalable architecture for sharing online laboratories*, in “Int. Conf. Eng. Educ.” Gainesville, FL, Oct. 16–21, 2004.
- [Harward 2008] Harward V.J., del Alamo J.A., Lerman S.R., Bailey P.H., Carpenter J., DeLong K., Felkner C., Hardison J., Harrison B., Jabbour I., Long P.D., Mao T., Naamani L., Northridge J., Schulz M., Talavera D., Varadharajan C., Wang S., Yehia K., Zbib R., Zych D., *The iLab Shared Architecture: A Web Services Infrastructure to Build Communities of Internet Accessible Laboratories*, Proceedings of the IEEE (v. 96, N. 6), June 2008, pp. 931-950.
- [IMS 2004] Instructional Management Systems Global Learning Consortium, *Content Packaging Specification 1.1.4*, 2004. <http://www.imsglobal.org/content/packaging/#version1.1.4> (27.02.2009)
- [Jones 1978] Jones J G, Lewis J L ed., *The role of the Laboratory in Physics Education*, Girep-Icpe Conference, Oxford 1978
- [Ke 2006] Fengfeng Ke, *Classroom goal structures for educational math game application*, “Proceedings of the 7th international conference on Learning sciences”, June 2006, International Society of the Learning Sciences.
- [Kolb 1984] Kolb D. A., *Experiential Learning*, Englewood Cliffs, NJ.: Prentice Hall, 1984. [http://www.businessballs.com/freepdfmaterials/kolb\\_learning\\_styles\\_diagram\\_colour.pdf](http://www.businessballs.com/freepdfmaterials/kolb_learning_styles_diagram_colour.pdf) (22.02.2009)

- [Lasala 2002] Lasala T., *Lo spazio dei laboratori virtuali*, Form@re, Eriksson, (14) 2002. [http://formare.erickson.it/archivio/ottobre\\_02/lasala.html](http://formare.erickson.it/archivio/ottobre_02/lasala.html)  
(10.03.2009)
- [Lindsay 2007] Lindsay E., Long P., Imbrie P.K., *Workshop - Remote Laboratories: Approaches for the Future*, 37th ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference, Milwaukee, WI, October 10 – 13, 2007.
- [Lischka 2002] Lischka H., Bajnai J., Karagiannis D., Chalaris G., *The Virtual Global University: The Realization of a fully Virtual University - Concept and Experiences*, in “Proceedings of the workshop ICL”, 2002  
[http://www.euodl.org/materials/contrib/2002/11html/icl\\_paper\\_final.htm](http://www.euodl.org/materials/contrib/2002/11html/icl_paper_final.htm)  
(08.03.2009)
- [Locatelo 2003] S. Locatello, G. Meloni, *Apprendimento collaborativo in matematica*, Pitagora Editrice, 2003.
- [Lombard 1997] Lombard M., Ditton, T., *At the heart of it all: The concept of presence*, in “J. Comput. Mediated Commun.” (3, 2), 1997
- [Ma 2006] Ma J., Nickerson J. V., *Hands-on, simulated, and remote laboratories: A comparative literature review*, ACM Computing Surveys (CSUR), 38(3):1–24, 2006.
- [Manca 2002] Manca S., Sarti L., *Comunità virtuali per l'apprendimento e nuove tecnologie.*, Tecnologie Didattiche, (1) 2002, pp. 11-19
- [Michelini 1999] Michelini M., *Quale laboratorio per la formazione degli insegnanti: un contributo sul problema del laboratorio nella didattica della fisica*, in “Uso del Laboratorio e Insegnamento della Fisica - Contributi teorici - Parte II”, MPI-Dir.Classica e AIF, Garamond, Roma
- [Michelini 2002] Michelini M., Santi L., *Un ambiente telematico per costruire un ponte tra il concreto e i modelli fisici*, Form@re (16), dicembre 2002.  
[http://formare.erickson.it/archivio/dicembre\\_02/michelini.html](http://formare.erickson.it/archivio/dicembre_02/michelini.html)  
(24.02.2009)
- [Michelini 2005] Bochicchio M., Longo A., Michelini M., Stefanel A., *Blended activity using learning object in web openenvironments for primary school teachers formation in physics education*, in M Michelini, S Pugliese Jona eds, Physics Teaching and Learning, Girep Book of sel. pap., GiperpForum, Udine 2005, pp. 103-112
- [Nedic 2007] Nedic Z., Machotka J., Nafalski A., *Remote laboratory netlab for effective interaction with real equipment over the internet*, in “Conference on Human System Interactions”, Krakow, 25-27 May 2008.
- [O'Reilly 2005] O'Reilly T., *What is Web 2.0. Design Patterns and Business Models for the Next Generation of Software*,  
<http://oreillynet.com/pub/a/oreilly/tim/news/2005/09/30/what-is-web-20.html>  
<http://www.awaredesign.eu/articles/14-Cos-Web-2-0> (v. ita.)  
(06.03.2009)
- [Paolini 2001] Baresi L., Garzotto F., Paolini P., *Extendind UML for Modeling Web Applications*, in "34th Hawaii International Conference on System Sciences, Hawaii, USA, 2001

- [Paolini 2006] Paolini P., Mainetti L., Bolchini D., “*Progettare siti Web e applicazioni mobili*”, McGraw Hill, Milano.
- [Parush 2002] Parush A., Hamm H., Shtub A., *Learning histories in simulation-based teaching: The effects on self-learning and transfer*, in “Computer and Education” (39), 2002, pp. 319-332.
- [Perlmutter 2008] Perlmutter C., *Didattica laboratoriale*,  
[http://www.mindmeister.com/maps/show\\_public/3545952](http://www.mindmeister.com/maps/show_public/3545952)  
(24.02.2009)
- [Piaget 1937] Piaget J., *La construction du réel chez l'enfant*, Paris, Delachaux et Niestlé, 1937.
- [PISA 2006] AA. VV., *Valutare le competenze in scienze, lettura e matematica, Quadro di riferimento di PISA 2006*, Armando Editore, 2007, p. 17.  
[http://www.invalsi.it/ricint/Pisa2006/sito/docs/Quadro\\_riferimento\\_PISA2006.pdf](http://www.invalsi.it/ricint/Pisa2006/sito/docs/Quadro_riferimento_PISA2006.pdf)  
(08.03.2009)
- [Preece 2003] Preece J., Maloney-Krichmar D., *Online Communities: Focusing on sociability and usability*,  
<http://www.ifsm.umbc.edu/~preece/paper/7%20Handbook%20v1.7Final.pdf>  
(09.03.2009)
- [Protti 2002] Protti C., *Laboratori virtuali e didattica della musica: i Music Games*, Form@re, Eriksson, (14) 2002.  
[http://formare.erickson.it/archivio/ottobre\\_02/protti.html](http://formare.erickson.it/archivio/ottobre_02/protti.html)  
(10.03.2009)
- [Randel 1992] Randel, J., Morris, B., Wetzel, C. D., & Whitehall, B. (1992). The effectiveness of games for educational purposes: A review of recent research. *Simulation & Gaming*, 23(3), 261-276.
- [Reil 1993] Riel M., *I circoli di Apprendimento*, in “Tecnologie Didattiche”, (2) 1993  
<http://www.itd.cnr.it/TDMagazine/PDF02/circoli.pdf>  
(09.03.2009)
- [Richardson 1998] Richardson T., Stafford-Fraser Q., Wood K.R., Hopper A., *Virtual Network Computing*, in “IEEE Internet Computing” 2 (1), 1998, pp. 33-38.  
<http://www.cl.cam.ac.uk/Research/DTG/attarchive/pub/docs/att/tr.98.1.pdf>  
(3.3.2009)
- [Sassi 2007] Lombardi, Monroy, Sassi, Testa, *Ciclo di apprendimento Previsione - Esperimento – Confronto*, [http://143.225.163.184/\\_docenti/sassi-elena/doc/sassi\\_lez\\_1\\_nota\\_3.pdf](http://143.225.163.184/_docenti/sassi-elena/doc/sassi_lez_1_nota_3.pdf)  
(3.3.2009)
- [Schaffert 2008] Schaffert S., Hilzensauer W., *On the way towards Personal Learning Environments: seven crucial aspects*, in “eLearning Papers”, 2008  
<http://www.elearningeuropa.info/files/media/media15971.pdf>  
(08.03.2009)
- [Sheridan 1992] Sheridan T. B., *Musings on telepresence and virtual presence*, in “Presence: Teleoperators and Virtual Environments”, v.1 n.1, 1992, pp.120-126



- [Tosh 2004] Tosh D., Werdmuller B., *ePortfolios and weblogs: one vision for ePortfolio development*, 2004  
[http://eduspaces.net/bwerdmuller/files/61/178/ePortfolio\\_Weblog.pdf](http://eduspaces.net/bwerdmuller/files/61/178/ePortfolio_Weblog.pdf)  
(08.03.2009)
- [Tosh 2005] Tosh D., *A concept diagram for the Personal Learning Landscape*, 2005  
<http://tesl-ej.org/ej34/m1.html>  
(08.03.2009)
- [Towes 2004a] Towes K., *Encoding Best Practices for Live Video*, 2004,  
[www.adobe.com/devnet/flash/articles/flv\\_encoding\\_print.html](http://www.adobe.com/devnet/flash/articles/flv_encoding_print.html)  
(06.03.2009).
- [Towes 2004b] Towes K., *Encoding Best Practices for Prerecorded Flash Video*, 2004,  
[www.adobe.com/devnet/flash/articles/flv\\_live.html](http://www.adobe.com/devnet/flash/articles/flv_live.html) (06.03.2009).
- [Trentin 1998] Trentin G., *Insegnare e apprendere in rete. Prospettive didattiche*, Zanichelli, Bologna, 1998.
- [Trincherò 2002] Trincherò R., *Apprendere in rete: laboratori virtuali e condivisione dell'esperienza*, Form@re, Eriksson, (14) 2002  
[http://formare.erickson.it/archivio/ottobre\\_02/trincherò.html](http://formare.erickson.it/archivio/ottobre_02/trincherò.html)  
(09.03.2009)
- [Tuttas 2001] J. Tuttas and B. Wagner, *Distributed online laboratories.. International Conference on Engineering Education*, Oslo, Norway, 2-10 Agosto 2001. pp. 7-11.
- [Vygotskij 1934] Lev Vygotskij, *Il processo cognitivo*, Bollati Boringhieri, 1987.  
<http://www.kolar.org/vygotsky/>  
(09.03.2009)
- [Wenger 1999] Wenger E., *Communities of Practice: Learning, Meaning, and Identity*, Cambridge University Press, Cambridge, 1999
- [Wenger 2002] Wenger E., McDermott R., Synder W., *Cultivating Communities of Practice*, in "Journal of Knowledge Management Practice", October 2002, 2002  
<http://www.tlinc.com/artic145.htm>  
(09.03.2008)
- [WG 12 2002] Learning Technology Standards Committee, *Learning Object Metadata*, IEEE publication, 2002. <http://ltsc.ieee.org/wg12/>  
(27.02.2009)

## INDICE

<b>Abstract</b>	p. 1
<b>Capitolo 1: Le ICT nella formazione</b>	
1.1 I modelli dell'elearning	p. 2
1.2 Gli stili di apprendimento	p. 4
1.3 Il quadro istituzionale	p. 10
1.4 Questioni aperte e "research question"	p. 12
<b>Capitolo 2: I laboratori remoti</b>	
2.1 Il laboratorio nella didattica	p. 14
2.2 Il laboratorio remoto	p. 17
2.3 Il laboratorio remoto collaborativo	p. 25
2.4 AstroNet	p. 28
2.5 MicroNet	p. 37
<b>Capitolo 3: On line learning communities</b>	
3.1 Dal Web 2.0 all'elearning 2.0	p. 40
3.2 Matematicamente.it	p. 48
3.3 Laboratorio di matematica: Matematicup	p. 59
3.4 Laboratorio di ecologia: EcologicaCup	p. 67
3.5 Laboratorio d'impresa: Agenzia Simulata delle Entrate	p. 68
<b>Conclusioni</b>	p. 80
<b>Bibliografia</b>	p. 83