

## ALLEGATO 2

### AZIONE 1 – LABORATORIO DELLE MACCHINE MATEMATICHE

#### 1. IL LABORATORIO DI MATEMATICA.

L'approccio didattico alle discipline dell'area matematico - scientifico - tecnologica attraverso attività di laboratorio è da alcuni anni al centro di un dibattito che ha avuto ampia diffusione a livello nazionale ed internazionale.

##### 1.1. ORIGINI

L'uso di strumenti nella didattica della matematica è collegato alla nascita e allo sviluppo dei metodi attivi di insegnamento e dell'idea di laboratorio. Gli strumenti sono stati sempre usati in matematica (es. abaci, compassi), ma l'idea di laboratorio, nella didattica della matematica, si delinea a partire dalla fine del XIX secolo, contestualmente alla nascita della Commissione Internazionale per l'Insegnamento della Matematica (ICMI), fondata a Roma nel 1908 e di cui è stato celebrato il centenario all'inizio del mese di marzo 2008. A titolo di esempio, si può ricordare che Felix Klein, matematico famosissimo e primo presidente dell'ICMI, presenta con dettaglio esempi di macchine aritmetiche e di macchine geometriche nei suoi volumi sulle *Matematiche elementari da un punto di vista superiore*, destinati alla formazione dei futuri insegnanti. Il computer che ora è presente in tutte le scuole, se pure con efficacia non sempre pari alle attese, si può considerare un erede dell'antica tradizione delle macchine.

##### 1.2. IL CONTESTO NAZIONALE.

L'Unione Matematica Italiana (U.M.I.) ha ripreso l'idea di laboratorio elaborandola in modo originale nel progetto curricolare *Matematica per il cittadino*. Il laboratorio di matematica è inteso come:

una serie di indicazioni metodologiche trasversali, basate certamente sull'uso di strumenti, tecnologici e non, ma principalmente finalizzate alla costruzione di significati matematici. Il laboratorio di matematica non è un luogo fisico diverso dalla classe, è piuttosto un insieme strutturato di attività volte alla costruzione di significati degli oggetti matematici. Il laboratorio, quindi, coinvolge persone (studenti e insegnanti), strutture (aule, strumenti, organizzazione degli spazi e dei tempi), idee (progetti, piani di attività didattiche, sperimentazioni). L'ambiente del laboratorio di matematica è in qualche modo assimilabile a quello della bottega rinascimentale, nella quale gli apprendisti imparavano facendo e vedendo fare, comunicando fra loro e con gli esperti. La costruzione di significati, nel laboratorio di matematica, è strettamente legata, da una parte, all'uso degli strumenti utilizzati nelle varie attività, dall'altra, alle interazioni tra le persone che si sviluppano durante l'esercizio di tali attività. È necessario ricordare che uno strumento è sempre il risultato di un'evoluzione culturale, che è prodotto per scopi specifici e che, conseguentemente, incorpora idee. Sul piano didattico ciò ha alcune implicazioni importanti: innanzitutto il significato non può risiedere unicamente nello strumento né può emergere dalla sola interazione tra studente e strumento. Il significato risiede negli scopi per i quali lo strumento è usato, nei piani che vengono elaborati per usare lo strumento; l'appropriazione del significato, inoltre, richiede anche riflessione individuale sugli oggetti di studio e sulle attività proposte.

Sono quindi esemplificati alcuni casi di strumenti, che citano espressamente, oltre ai software di geometria e ai software di calcolo simbolico:

*le macchine matematiche*, la possibilità di manipolare fisicamente oggetti, come per esempio le macchine che generano curve, induce spesso modalità di esplorazione e di costruzione di significato degli oggetti matematici differenti ma altrettanto interessanti e, sotto certi aspetti, più ricche di quelle consentite dall'uso di software di geometria dinamica.

A questi si possono aggiungere altri casi, tratti dalla *storia della matematica* o dalle indagini *interculturali*:

*Strumenti di rappresentazione dei numeri e di esecuzione di calcoli*: pallottolieri, abaci, bastoncini cinesi, quipu e strumenti precolombiani, primi strumenti meccanici di calcolo, ecc.

L'idea di laboratorio è stata successivamente ripresa - in una accezione generale - nell'introduzione al documento *Indicazioni per il curricolo, 2007*, del Ministero della Pubblica Istruzione:

*Realizzare percorsi in forma di laboratorio*, per favorire l'operatività e allo stesso tempo il dialogo e la riflessione su quello che si fa. Il laboratorio è una modalità di lavoro che incoraggia la sperimentazione e la progettualità, coinvolge gli alunni nel pensare-realizzare-valutare attività vissute in modo condiviso e partecipato con altri, e che può essere attivata sia all'interno sia all'esterno della scuola, valorizzando il territorio come risorsa per l'apprendimento.

L'acquisizione dei saperi richiede un uso flessibile e polivalente degli spazi usuali della scuola, ma anche la disponibilità di luoghi attrezzati che facilitino il processo di esplorazione e di ricerca: per le scienze, l'informatica, le lingue comunitarie, la produzione musicale, il teatro, le attività pittoriche, la motricità....

In particolare, il laboratorio è assunto come elemento fondamentale trasversale a tutte le discipline dell'*area matematico-scientifico-tecnologica*:

Tutte le discipline dell'area hanno come elemento fondamentale il laboratorio, inteso sia come luogo fisico (aula o altro spazio specificamente attrezzato) sia come momento in cui l'alunno è attivo, formula le proprie ipotesi e ne controlla le conseguenze, progetta e sperimenta, discute e argomenta le proprie scelte, impara a raccogliere dati e a confrontarli con le ipotesi formulate, negozia e costruisce significati interindividuali, porta a conclusioni temporanee e a nuove aperture la costruzione delle conoscenze personali e collettive. In tutte le discipline dell'area **inclusa la matematica**, il docente avrà cura di ricorrere ad attività pratiche e sperimentali e a osservazioni sul campo, con un carattere non episodico e inserendole in percorsi di conoscenza.

### **1.3. LA SITUAZIONE NELLA SCUOLA.**

L'attenzione ai metodi attivi e al laboratorio, anche se è da decenni presente nelle dichiarazioni di intenti degli esperti, nei programmi e nella tradizione della ricerca didattica, non sembra avere avuto effetti rilevanti sulla scuola reale, come segnalato nel *Rapporto Berlinguer*. E' recente la presentazione in conferenza stampa dell'indagine conoscitiva sui laboratori scientifici nelle scuole del paese del Gruppo di Lavoro Interministeriale per lo Sviluppo della Cultura Scientifica, presieduto dall'on. Berlinguer:

In Italia la cultura scientifica è poco diffusa e affermata. Questo dipende anche da come la scienza è insegnata. [...] Meno della metà dei docenti porta i ragazzi in laboratorio,

per vivere la scienza, come dovrebbe essere. E così la scienza invece di essere esperienza e teoria insieme, resta solo gnoseologia.

Cosa fare allora? I dati dell'indagine indicano la via da percorrere. E' necessario procedere ad un cambiamento nella didattica scientifica. Gli insegnanti sono la chiave di volta in questa rivoluzione culturale.

Tale rilievo è coerente con la posizione critica assunta alla fine del 2007 dalla Commissione Europea - *Rapporto Rocard* - che auspica in tutta Europa la diffusione di metodi di *Inquiry Based Science Education* (IBSE).

#### **1.4. LE MACCHINE MATEMATICHE**

Presso il Dipartimento di Matematica Pura ed Applicata dell'Università di Modena e Reggio Emilia, opera da molti anni un gruppo di ricerca sulla didattica della matematica con l'uso di strumenti. Il gruppo, collegandosi in modo diretto ed esplicito alla letteratura internazionale sul laboratorio di matematica ed offrendo ad essa elaborazioni originali, ha percorso in Italia la realizzazione auspicata in questi ultimi anni, costruendo uno degli esempi significativi di laboratorio ripresi nel curriculum *Matematica per cittadino*, come si è visto al punto 1.2. Il gruppo ha ricostruito nel corso del tempo una cospicua collezione di strumenti (*macchine matematiche*), di interesse storico e didattico, sulla base di fonti risalenti a vari periodi (dall'antichità classica al XX secolo). Il gruppo di ricerca è stato finanziato nel corso degli anni da CNR, MPI, MIUR, Commissione Europea, ecc.. La collezione è collocata principalmente nel Laboratorio delle Macchine Matematiche, una vasta aula attrezzata per attività con gruppi di studenti; altri locali dell'Università ospitano una falegnameria per la produzione e il restauro, un deposito delle attrezzature necessarie per gli allestimenti espositivi e l'attività è condotta in collaborazione con l'Associazione di promozione sociale "Macchine Matematiche" (<http://associazioni.monet.modena.it/macmatem>), con cui l'Università ha stipulato una apposita convenzione.

Il Laboratorio, noto a livello nazionale ed internazionale ha realizzato significative collaborazioni con istituzioni di altri paesi a fini di ricerca didattica o di realizzazione di eventi di divulgazione scientifica ed ospita laureandi e dottorandi di altre istituzioni italiane e straniere. Esso fornisce un supporto alle scuole provenienti dalla Regione (e da altre regioni, in vari casi anche dall'estero) come **aula didattica decentrata** in cui svolgere sessioni finalizzate ad un approccio a contenuti curricolari secondo la metodologia laboratoriale. Il Laboratorio realizza attività di **formazione di insegnanti** (riguardanti sia la formazione iniziale che la formazione in servizio) dei vari ordini di scuole ed ha al suo attivo numerose **mostre** realizzate in Regione (in convenzione con l'Ufficio Scolastico Regionale), in altre regioni e all'estero, con il supporto dell'Associazione di promozione sociale "Macchine Matematiche".

Le macchine matematiche presenti nel Laboratorio sono di due tipi:

**Macchine per l'aritmetica**, cioè strumenti che consentono di rappresentare numeri e di realizzare operazioni aritmetiche (es. semplici calcolatrici meccaniche; abaci)

**Macchine per la geometria**, cioè strumenti che forzano un punto o una figura a muoversi o a essere trasformati secondo leggi matematiche predeterminate (es. compassi, curvigrafici, prospettografi).

L'attività con le macchine non è esclusivamente di tipo tecnico, cioè mirante a produrre risultati o oggetti utilizzabili nella pratica (es. il risultato di un calcolo, un disegno), ma soprattutto, di tipo teorico, mirante cioè, ad costruire significati, processi, atteggiamenti tipici della matematica (es. definire, congetturare, argomentare, dimostrare).

Le macchine per la geometria trovano una collocazione ideale soprattutto (anche se non esclusivamente) nella scuola secondaria di 1° e 2° grado; le macchine per l'aritmetica sono più adatte ad attività nella scuola primaria e secondaria di 1° grado.

Le macchine per la geometria costituiscono il patrimonio più antico e consolidato del laboratorio; ad esse si sono aggiunte più recentemente anche macchine per l'aritmetica, utilizzate nella scuola primaria o nella formazione degli insegnanti della scuola primaria.

Il ricorso alle macchine di origine storica non esclude il ricorso alle Tecnologie della Comunicazione e dell'Informazione. Il computer e le risorse accessibili per tramite di esso si affiancano alle macchine, senza sostituirle, per dare importanza agli *aspetti storici e manipolativi* che accompagnano l'uso delle tecnologie classiche.

## **2. IL PROGETTO REGIONALE DI RICERCA MMLAB-ER.**

Oggetto del progetto denominato *Laboratorio delle Macchine Matematiche per l'Emilia Romagna* (MMLAB-ER) è:

- la messa a punto di un modello operativo di diffusione su scala regionale di una metodologia di attività di laboratorio di matematica, coerente con le raccomandazioni del *Rapporto Rocard* e del *rapporto Berlinguer*;
- la sperimentazione in due province (Piacenza e Rimini), nel primo anno;
- il monitoraggio della sperimentazione.

### **2.1 FINALITA'**

Il progetto di ricerca MMLAB-ER vuole rispondere alle indicazioni e raccomandazioni nazionali e internazionali sull'idea di laboratorio. Esso intende promuovere, nella regione Emilia Romagna (ed in particolare, nel primo anno di avvio del progetto, nelle province di Piacenza e Rimini), l'idea di *laboratorio di matematica*, secondo il modello originale messo a punto presso il Dipartimento di Matematica Pura ed Applicata dell'Università di Modena e Reggio Emilia (Laboratorio delle Macchine Matematiche <http://www.mmlab.unimore.it>).

I beneficiari delle azioni che si intende promuovere sono, in primo luogo, gli insegnanti delle province individuate, attraverso:

- percorsi di formazione sull'idea di laboratorio
- offerta locale di materiali e strumenti per la didattica

e, in secondo luogo, gli studenti delle scuole secondarie di 1° e 2° grado delle province interessate.

La diffusione ad un pubblico più vasto (genitori, cittadini) potrà essere realizzata, *con il reperimento di risorse locali aggiuntive*, attraverso la realizzazione di mostre pubbliche, conferenze e altri eventi culturali a cui gli enti promotori potranno offrire il necessario supporto organizzativo e scientifico.

### **2.2. RUOLO DELL'UNIVERSITA'**

L'Università coordina scientificamente il progetto MMLAB-ER, attraverso la collaborazione della prof. Maria Giuseppina Bartolini, membro dal 2006 della CIIM (Commissione Italiana per l'Insegnamento della Matematica) e dal 2007 del Comitato Esecutivo dell'ICMI (International Commission on Mathematical Instruction).

Corresponsabile del progetto MMLAB-ER è la dott. Michela Maschietto, ricercatore universitario, con collaborazioni significative a livello internazionale sul laboratorio di matematica.

Il Multicentro Educativo Modena "Sergio Neri" (Memo), con cui il Dipartimento di Matematica dell'Università ha avviato collaborazioni da molti anni, contribuirà alla realizzazione del progetto MMLAB-ER con l'Università di Modena e Reggio Emilia nell'ambito dei propri compiti istituzionali (formazione, documentazione, informazione, consulenza, ricerca e rapporto con il territorio). L'Associazione "Macchine Matematiche" (che ha sede presso il MEMO) metterà a disposizione le competenze dei propri membri relative a attività di formazione e di aggiornamento

per gli insegnanti, ricerche in storia della matematica, progettazione, costruzione e diffusione di materiale didattico, allestimento di mostre con organizzazione di visite guidate.

### 2.3. AZIONI OPERATIVE

Per raggiungere le finalità indicate si intende avviare le seguenti azioni:

1. Collaborazione con il Multicentro Educativo di Modena "Sergio Neri", <http://istruzione.comune.modena.it/scuolamosito/IndexMemo.jsp>, per la definizione di forme di coinvolgimento efficaci con altri centri della regione, in particolare per ciò che riguarda la documentazione e la diffusione di essa;
2. Collaborazione con il Centro di Documentazione Educativa di Piacenza (<http://www.cde-pc.it>) e con il Centro Pedagogico di Rimini (<http://www.centropedagogicorimini.it/>) per il coordinamento delle attività sui loro territori;
3. Costituzione di 2 aule didattiche decentrate (secondo il modello del Laboratorio delle Macchine Matematiche di Modena) per attività di ricerca / formazione / sperimentazione / documentazione, a:
  - a. Piacenza, presso il Centro di Documentazione Educativa ;
  - b. Rimini, presso Il Centro Pedagogico;
4. Formazione di formatori mentori delle due sedi di Piacenza e Rimini, per preparare persone in grado di gestire le aule didattiche decentrate e di fare da collegamento con le istituzioni scolastiche del territorio.
5. Formazione di insegnanti delle due sedi di Piacenza e Rimini, con il coinvolgimento dei formatori mentori.
6. Iniziative di ricerca e attività di documentazione a livello regionale.
7. Iniziative di promozione e diffusione del progetto MMLAB-ER.

Le azioni di formazione di cui ai punti 4. e 5. sono attivate sulla base di un progetto validato dal Comitato tecnico scientifico e sotto la responsabilità scientifica delle componenti universitarie.

### 2.4 LE ATTIVITA'

Il progetto MMLAB-ER si propone di avviare la diffusione della cultura del laboratorio di matematica, a partire dall'a.s. 2008/2009, in due province dell'Emilia-Romagna, basandosi su ricerche pubblicate in Italia e all'estero e su risorse (umane e strumentali) già disponibili o acquisibili nella regione.

Nell'ambito del progetto MMLAB-ER sono previsti:

- ✓ la costituzione di due aule didattiche decentrate (Piacenza e Rimini);
- ✓ una adeguata (e graduale) formazione dei formatori - mentori e degli insegnanti per l'attività di laboratorio di matematica, che tenga conto delle ricerche scientifiche e delle buone pratiche documentate nella letteratura;
- ✓ un supporto alle scuole che intendono utilizzare al meglio eventuali spazi - laboratori già esistenti o predisporre dei nuovi.

E' infatti necessario intrecciare l'offerta dei materiali (collocati nell'aula didattica decentrata) con l'offerta di formazione, per superare la dipendenza del docente dalla presenza di operatori specializzati, ma soprattutto per diffondere competenze specifiche a garanzia della continuità della metodologia laboratoriale.

L'attività di **formazione** sarà quindi un punto qualificante del progetto MMLAB-ER. Per ciascuna delle due sedi (Piacenza e Rimini) saranno forniti:

- un corso di formazione per formatori - mentori di 12 ore (4 incontri), realizzato da esperti proposti dal team dell'Università e validato dal Comitato tecnico-scientifico;

- un corso di formazione per insegnanti di 12 ore (4 incontri), realizzato da esperti e con la collaborazione dei formatori - mentori.

Si valuterà in itinere, *compatibilmente con le risorse disponibili e con altre risorse acquisibili*, l'opportunità di organizzare la formazione per grado scolastico (secondaria di 1° e secondaria di 2° grado).

Le 2 aule didattiche decentrate che si costituiranno nel corso dell'a.s. 2008/09 a Piacenza e a Rimini opereranno come:

- sedi di formazione per gruppi di insegnanti di matematica interessati ad approfondire le metodologie di laboratorio;
- centri di documentazione di ricerche e di buone pratiche di laboratorio;
- centri di servizio con raccolte via via crescenti di materiali di laboratorio utilizzabili dalle scuole locali nella forma di prestito.

Per l'a.s. 2008/2009, l'attività sarà centrata su un particolare insieme paradigmatico di macchine per la geometria (scuola secondaria di 1° e 2° grado), senza escludere a priori la possibilità di dare risposta (nei limiti delle risorse disponibili) ad altre richieste provenienti dalle scuole delle aree interessate.

Nell'anno scolastico successivo (2009/2010), compatibilmente con le disponibilità finanziarie, si intende estendere l'attività alle macchine per l'aritmetica e alla scuola primaria, comprendendo anche casi significativi di utilizzo di strumenti provenienti da altre culture.

E' peraltro auspicabile che, già nel corso della prima annualità, si possano avviare collaborazioni con altre istituzioni locali, anche in altre province della regione, per favorire la realizzazione di iniziative analoghe.

Sarà parte del progetto MMLAB-ER l'attività della sede principale di Modena, sia come aula didattica decentrata per classi in visita, sia come centro di ricerca sui processi osservabili nelle attività di laboratorio.

Due tipologie di macchine saranno oggetto della ricerca nel primo anno in ciascuna delle due aule didattiche decentrate, in numero sufficiente a realizzare attività in piccolo gruppo:

- 1) pantografi a due gradi di libertà;
- 2) curvigrati a un grado di libertà.

Attraverso attività didattiche già sperimentate e validate nel Laboratorio di Modena, si perseguirà l'obiettivo di far partecipare, in primo luogo i formatori - mentori e gli insegnanti, ad attività significative di geometria, in cui esplorare processi di pensiero (quali definire, congetturare, argomentare, dimostrare) e in cui costruire atteggiamenti favorevoli alla realizzazione di attività di laboratorio in matematica.

In una seconda fase sarà incoraggiata la realizzazione da parte degli insegnanti di attività di laboratorio con gli studenti:

- presso il Laboratorio delle Macchine Matematiche di Modena (aperto alle classi con il supporto di operatori specializzati);
- presso le due aule didattiche decentrate, con il supporto dei formatori - mentori,
- nelle singole scuole (attraverso il prestito di strumenti), con il supporto dei formatori - mentori.

In ogni caso saranno fornite tracce di esperimenti didattici già realizzati.

La documentazione delle attività realizzate localmente a Piacenza e a Rimini sarà curata dai centri locali di documentazione, secondo modelli condivisi, in collaborazione con il Multicentro Educativo Modena "Sergio Neri".

I contenuti matematici riguardano le trasformazioni geometriche (scuola secondaria di 1° e 2° grado) e le coniche (scuola secondaria di 2° grado).

## **2.5. IL SITO DEL PROGETTO MMLAB-ER: DOCUMENTAZIONE**

Il sito del Laboratorio delle Macchine Matematiche ([www.mmlab.unimore.it](http://www.mmlab.unimore.it)) già contiene una pagina relativa al materiale didattico sperimentato durante le visite delle classi (<http://www.mmlab.unimore.it/on-line/Home/VisitealLaboratorio/Materiale.html>). Nel sito sarà aperta una pagina specifica dedicata al progetto MMLAB-ER, per la raccolta di materiale di formazione per gli insegnanti e la documentazione delle esperienze realizzate dai gruppi locali. Un link a tale pagina sarà attivato anche dal sito della Regione Emilia-Romagna attraverso il proprio portale tematico (<http://www.scuolaer.it>).

## **2.6. MONITORAGGIO DELL'AZIONE**

Il *monitoraggio* del progetto MMLAB-ER sarà svolto dal Comitato tecnico scientifico che si avvarrà a tal fine anche della collaborazione della d.ssa Rossella Garuti, dirigente scolastico, attualmente in congedo straordinario per il dottorato di ricerca presso la Scuola di Dottorato in Scienze Umane (indirizzo: Scienze didattiche, narratologiche e della formazione) attivata a Reggio Emilia dall'Università di Modena e Reggio Emilia.

Saranno oggetto di monitoraggio specifico, attraverso strumenti di indagine qualitativa e quantitativa:

- la formazione dei formatori - mentori;
- la formazione degli insegnanti locali;
- il funzionamento delle aule didattiche decentrate;
- la ricaduta delle competenze acquisite dagli insegnanti nelle aule didattiche decentrate sulla didattica per gli studenti;
- la produzione di materiale di supporto o documentazione;
- gli accessi al sito;
- la realizzazione di iniziative di promozione e divulgazione presso le aule didattiche decentrate;
- la eventuale diffusione ad altre province e/o istituzioni di modalità di lavoro simili.

### **1. RISORSE UMANE**

Team dell'Università

Nell'a.s. 2008/09, parteciperanno al progetto MMLAB-ER:

- 1) Maria G. Bartolini Bussi (professore ordinario: 1 mese/uomo), responsabile scientifico, che coordinerà in particolare le azioni relative alla scuola secondaria di 2° grado;
- 2) Michela Maschietto (ricercatore universitario: 1 mese/uomo), corresponsabile, che coordinerà in particolare le azioni relative alla scuola secondaria di 1° grado;
- 3) Rossella Garuti, dirigente scolastico, attualmente in congedo straordinario per il dottorato di ricerca presso la scuola di dottorato in Scienze Umane dell'Università di Modena e Reggio Emilia, che si occuperà del progetto di monitoraggio (tutor: Bartolini);
- 4) due unità di personale a tempo pieno (assegnisti di ricerca), che avranno il compito di seguire la realizzazione del progetto MMLAB-ER, sia nella sede di Modena che nelle sedi di Piacenza e Rimini, sotto il coordinamento dei responsabili scientifici. Le unità saranno scelte per concorso pubblico tra giovani dottori di ricerca che abbiano già maturato esperienze significative nella ricerca sulla didattica del laboratorio e nella conduzione di attività di laboratorio.

Collaborerà inoltre, sia per la produzione dei materiali che per la formazione per (o nelle) sedi decentrate l'Associazione "Macchine Matematiche". L'associazione produrrà, su indicazione dei responsabili scientifici, un pacchetto minimo di strumenti, che, sulla base delle ricerche già svolte presso il Laboratorio delle Macchine Matematiche di Modena, consentono la realizzazione di esperienze significative relative ai processi matematici in ciascuna delle aule didattiche decentrate o in classi ordinarie (con l'attivazione locale di un servizio di prestito alle scuole, a cura dei centri di documentazione coinvolti).