

# Matematica e Scienze più SMART per l'Insegnamento e l'Apprendimento

Anna Brancaccio, Marina Marchisio<sup>1</sup>, Carlo Meneghini<sup>2</sup>, Claudio Pardini<sup>3</sup>

MIUR – DG Ordinamenti

Viale Trastevere, 76/A 00135 Roma

anna.brancaccio@istruzione.it

<sup>1</sup>Università di Torino - Dipartimento di Matematica G. Peano

Via Carlo Alberto, 10 10123 Torino

Marina.marchisio@unito.it

<sup>2</sup>Università Roma Tre – Dipartimento Scienze

Via Della Vasca Navale, 84 00146 Roma

carlo.meneghini@uniroma3.it

<sup>3</sup>IS Carlo Anti

Via Magenta, 7 37069 Villafranca di verona (VR)

dirigente@carloanti.it

*Agire sulle competenze professionali degli insegnanti ha come conseguenza diretta il miglioramento delle competenze degli studenti e quindi un effetto positivo generale sul sistema scolastico. Per essere efficaci, gli insegnanti di matematica e di scienze hanno bisogno di una buona conoscenza della materia, una buona competenza su come insegnare e della flessibilità necessaria per adattare i loro metodi ai bisogni formativi di tutti gli studenti. È, comunque, molto difficile e costoso raggiungere un gran numero di insegnanti per aggiornare le loro competenze. Un modo sicuramente efficace è aumentare la cooperazione tra gli stessi insegnanti e la condivisione delle migliori pratiche attraverso piattaforme web, siti di social network e altre risorse online. Attraverso il progetto europeo SMART, nell'ambito del programma Erasmus+, si arriverà ad una definizione di modelli educativi condivisi a livello europeo per la formazione degli insegnanti e a uno o più possibili percorsi di intervento, costruiti sulla base di un policentrismo educativo e attraverso lo sviluppo di una banca dati contenente le migliori prassi e materiali didattici innovativi. A livello sistemico, l'impatto previsto è quello di avere una maggiore qualità della formazione degli insegnanti di matematica e scienze in Europa combinando alti livelli di eccellenza e di attrattività (materiali didattici innovativi) con maggiori opportunità per tutti (open online courses).*

## 1. Introduzione

Matematica e Scienze più “Smart”, è possibile realizzare una nuova didattica per l’insegnamento di numeri e formule, centrata sul saper fare? È la finalità del progetto ***Science and Mathematics Advanced Research for good Teaching (SMART)***, realizzato nell’ambito di Erasmus+, il nuovo programma dell’UE a favore dell’istruzione, della formazione, dei giovani e dello sport.

Il progetto – che ha durata biennale - realizza l’idea comunitaria di “Partenariato Strategico Transnazionale”, un confronto e una condivisione tra Paesi di azioni innovative nel settore dell’istruzione e della formazione. E’ proposto dall’Istituto superiore Carlo Anti di Villafranca di Verona e dal MIUR- Direzione Generale per gli Ordinamenti Scolastici e per la valutazione del sistema nazionale di istruzione, in partenariato internazionale con altre istituzioni scolastiche, Università e rappresentanze del mondo del lavoro di Italia, Svezia, Germania, Ungheria e Olanda. Migliorare le competenze professionali dei docenti e supportare l’innovazione nel sistema di formazione iniziale e continua degli insegnanti di matematica, fisica e scienze, ma anche sviluppare competenze, consapevolezza e atteggiamento costruttivo degli studenti in modo da aumentarne la motivazione allo studio della matematica e delle scienze, sono alcuni degli obiettivi dell’iniziativa che mira ad un confronto europeo sui metodi e sui processi di insegnamento, con una particolare attenzione al collegamento tra la scuola superiore, l’università e il mondo del lavoro. Il progetto *Smart* rientra nell’ambito delle attività promosse dal Miur per la promozione della cultura tecnico-scientifica, in linea con i progetti nazionali già realizzati Problem Posing & Solving, PP&S, e LS-OSA/lab. A livello sistemico il progetto porterà ad un incremento della qualità della formazione degli insegnanti producendo materiali didattici innovativi e incrementando le opportunità di formazione mediante l’utilizzo di materiale online fruibile in modo libero: gli *open online courses (OOC)*. Si svilupperanno due OOC pilota: “Mathematical Modelling” e “Measurement and Modelling in Science”, basati su *topics* concordati a livello di partenariato. I corsi saranno costituiti da moduli basati su *learning objects, LO*, [Hodgins e Conner, 2000], risorse fruibili in modo aperto, come ad esempio semplici documenti di testo, immagini 2D o 3D, video clip, Java applet o altro oggetto che può essere utilizzato per l’apprendimento online. Molte lezioni o unità didattiche possono essere create a partire dallo stesso oggetto, più unità didattiche costituiscono i moduli del corso. I materiali didattici, problemi con test di autovalutazione ed esperimenti, a corredo dei moduli dovranno avere un format standard, utilizzare ambienti di calcolo evoluto e costituire loro stessi learning objects. In accordo con quanto definito da [Sosteric e Hesemeier, 2002], un LO è un file digitale (immagine, movie, etc.) che viene usato per un fine pedagogico e che fornisce, direttamente o indirettamente, informazioni sul contesto in cui viene utilizzato.

## 2. OOC, modello e progetto

Il modello a cui far riferimento per la progettazione degli *open online courses* viene mostrato in figura 1 e riguarda 5 stadi:

**Access:** mettere a punto l'ambiente che deve essere di facile accesso e logicamente ben organizzato, decidere se la struttura al corso sarà di tipo sequenziale, laddove è necessario rispettare una sequenzialità lineare tra argomenti e concetti legati da una logica di propedeuticità, o di tipo parallelo quando invece risultano evidenti elementi di interconnessione trasversale tra concetti ed argomenti di più moduli;

**Socialization:** permettere l'identificazione chiara del discenti;

**Group work:** il discente deve prendere confidenza con l'ambiente e con gli altri discenti per raggiungere un apprendimento collaborativo;

**Group discussion:** creare gruppi di discussione per un apprendimento cooperativo;

**Development:** il discente è artefice del proprio apprendimento.



Fig. 1 – Stadi della progettazione di OOC

Il progetto di un OOC deve prevedere come il discente apprenderà e quindi definire le **online learning activities** per uno specifico periodo di tempo. Sarà quindi costituito da 4 livelli di intervento, come mostrato in figura 2:

**Learning objectives:** obiettivi di apprendimento del discente,

**Learning activities:** attività didattiche previste che permettono il raggiungimento degli obiettivi,

**Resources:** materiali didattici messi a disposizione del discente,

**Assessment:** strumenti di verifica e valutazione (autovalutazione).

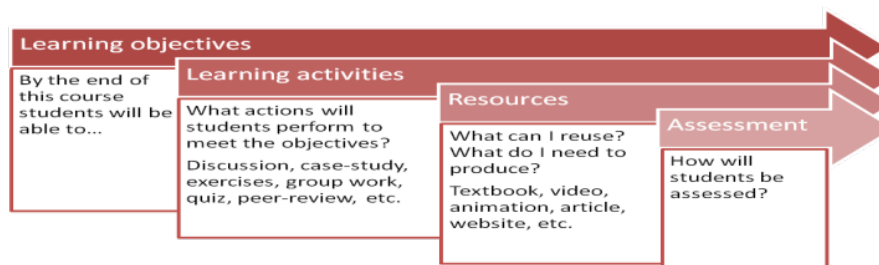


Fig. 2 – Progetto di OOC

## 2.1 Metodologia utilizzata in “Measurement and Modelling in Science”

La metodologia utilizzata nella progettazione dell'OCC (open online course) in **Scienze** è quella del **P&PBL** (*Project & Problem-based Learning*), nella convinzione che un insegnamento/apprendimento tradizionale delle Scienze non stimola la curiosità rispetto agli eventi naturali e a tutto ciò che concerne la fenomenologia osservata nella realtà [Aikenhead, 2005] [Miller e Osborne, 1998]. Le applicazioni pratiche e l'uso di contesti reali devono essere lo *starting point* per lo sviluppo dell'*idea scientifica* [Bennett et al, 2007, p. 348]. In tale ottica i topics su cui si elaborerà il corso sono rappresentati nella seguente tabella (fig. 3).

<ul style="list-style-type: none"><li>✓ <b>Sistemi fisici e chimici</b><ul style="list-style-type: none"><li>▪ Struttura e proprietà della materia</li><li>▪ Cambiamenti fisici e chimici</li><li>▪ Forze e moti</li><li>▪ Trasformazioni dell'energia</li><li>▪ Interazioni tra energia e materia</li></ul></li><li>✓ <b>Sistemi viventi</b><ul style="list-style-type: none"><li>▪ Cellule</li><li>▪ Il corpo umano</li><li>▪ Popolazioni</li><li>▪ Ecosistemi</li><li>▪ Biosfera</li></ul></li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ <b>Sistemi della Terra e dell'universo</b><ul style="list-style-type: none"><li>▪ Struttura della Terra e sua energia</li><li>▪ Cambiamenti nella Terra</li><li>▪ Storia della Terra</li><li>▪ La Terra nello spazio</li></ul></li><li>✓ <b>Sistemi tecnologici</b><ul style="list-style-type: none"><li>▪ Ruolo della tecnologia</li><li>▪ Relazioni tra Scienze e Tecnologia</li></ul></li></ul>
---	--

Fig. 3 – Topics OOC Science

## 2.2 Struttura dell'OOC “Measurement and Modelling in Science”

L'obiettivo principale è quello di fornire ai docenti il necessario supporto per organizzare, gestire e migliorare attività sperimentali utilizzando in particolar modo materiali e strumentazione disponibili nella vita quotidiana (*day-life laboratory*).

L'OOC sarà organizzato in 4 moduli (M): ogni modulo, descritto in termini di prerequisiti e competenze in uscita, conterrà unità didattiche (UD) o lezioni, afferenti a uno o più contenuti dei topics elencati in fig. 3. Ogni modulo proporrà un percorso didattico, a volte anche interdisciplinare, per guidare il discente attraverso i diversi aspetti delle discipline coinvolte. Le UD saranno realizzate in modo da poter essere fruite anche singolarmente e, eventualmente, utilizzate dal docente che voglia realizzare un proprio percorso didattico originale.

Ogni unità didattica sarà corredata da **schede di attività** (fig. 4), che costituiranno la guida per realizzare attività sperimentali. Le attività proposte sono basate sull'osservazione quantitativa di fenomeni, soprattutto presi dalla realtà quotidiane, e la loro interpretazione seguendo la logica del metodo

scientifico: osservazione, ipotesi e verifica sperimentale. Per questo saranno proposti esperimenti, realizzabili con materiali e strumenti di facile reperimento, e applet di simulazione per il laboratorio virtuale.

Ogni scheda conterrà:

- i dettagli tecnici di realizzazione,
- modelli rigorosi di interpretazione del fenomeno studiato,
- esempi di analisi dei dati sperimentali,
- guida alle discussioni e verifiche.

Inoltre per ogni scheda la comunità dei docenti che usufruirà dell'OOC avrà a disposizione un forum dedicato di discussione per:

- Evidenziare gli aspetti critici e quelli positivi dell'esperimento,
- Suggestire soluzioni alternative, aggiornamenti, miglioramenti,
- Proporre discussioni sui contenuti dell'esperienza e approfondimenti tematici.

In fine una sezione di valutazione anonima consentirà di avere un rating delle attività proposte in termini di chiarezza, realizzabilità ed efficacia al fine di selezionare e aggiornare argomenti e contenuti dei moduli didattici.

The screenshot shows a web interface for an activity. On the left, there is a sidebar with navigation options like 'stampo', 'informazioni', 'pubblicato', 'Scienze della Terra', 'classi: 1', 'Laboratorio "povero"', 'Realizzazione', '2 ore di laboratorio', 'Min. 4 persone', 'Nessuna', and 'Crimi Pietro'. Below this is a 'Modifica' button and a 'Valutazione' section with 'Selezione per valutare' and three criteria: 'Chiarezza', 'Fattibilità', and 'Efficacia', each with a star rating and a user icon.

The main content area has a title 'Sci-282 | Costruzione di un profilo altimetrico da un supporto cartografico a v' and navigation tabs for 'Abstract', 'Schede', 'Strumentazione', 'Competenze', and 'Svolgimento'. The 'Riassunto / Abstract' section contains the following text:
 

L'esperienza di natura cartografica si propone di sviluppare graficamente un andamento piano-altimetrico detto "profilo altimetrico", a partire da un cartografico a varie scale (per lo più su carte topografiche o tecniche), sulle quali, per intersezione con il simbolismo della carta, vengono rilevati e lato più, distanze con altezze corrispondenti. Il metodo di costruzione è semplice e si basa sulla lettura di tutti i simbolismi presenti lungo la traccia (punti, intersezioni con i punti quotati e le isolipe (curve di livello) che vengono riportati, dopo opportuna tabulazione, su un foglio di carta millimetrata. È impostato un sistema di assi cartesiani, la cui ascissa rappresenta le distanze dei punti dall'origine della traccia e l'ordinata le corrispondenti quote quello di consentire allo studente di descrivere la morfologia del territorio.

Fig. 4 – Esempio di scheda di attività

## 2.4 Metodologia utilizzata in “Mathematical Modelling”

La metodologia utilizzata nella progettazione dell'OCC (open online course) in **Matematica** è quella del **PP&S** (*Problem & Posing Solving*), nella convinzione che un insegnamento/apprendimento tradizionale della Matematica non consente di comprenderne la sua pervasività, la sua profondità e le sue importanti applicazioni nella vita di tutti i giorni. La metodologia consiste nel partire da una situazione reale al fine di stimolare la capacità di risolvere un problema dopo aver prestato attenzione al suo posing: lo studente non si limita alla meccanica applicazione di formule apprese e di ricette preconfezionate, ma

si trova davanti ad un problema che non è riconducibile a qualcosa di noto e neppure è in possesso del metodo che porta al risultato corretto. Tale metodo viene trovato al termine di un percorso di ricerca in varie tappe, dalla riduzione del problema in parti più semplici e più facilmente risolvibili all'assunzione di nuovi punti di vista e di diverse direzioni possibili. In accordo con [Polya, 1983] il docente guida gli studenti alla ricerca della soluzione di un problema attraverso quattro stadi: comprendere il problema, escogitare un piano, eseguire il piano, controllare i risultati. Attraverso questa metodologia si sviluppa in ciascun studente autonomia di giudizio, pensiero creativo, consapevolezza delle proprie capacità, duttilità e flessibilità nella ricerca di soluzioni. In tale ottica i topics su cui si elaborerà il corso sono rappresentati nella seguente tabella (fig. 5).

Nella ricerca della soluzione lo studente imparerà ad utilizzare un Ambiente di Calcolo Evoluto, ACE, che gli consentirà di concentrarsi sulla soluzione, visualizzare il problema, ipotizzare strategie risolutive e soprattutto di liberarsi dal tecnicismo del calcolo, [Artigue, 2002]. L'acquisizione di competenze nell'uso di un ACE gli consentirà anche di prepararsi meglio al mondo del lavoro dove questi ambienti vengono adoperati in maniera essenziale soprattutto per la simulazione.

<p><u>QUANTITY</u> (quantitative reasoning)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Concept of number</li> <li>Use of numbers to represent quantities and qualifier attributes of the real world's objects (evaluations and measurements)</li> <li>Comprehension of the meaning of computations</li> <li>Idea of the order of magnitude of numbers</li> <li>Mental computation/elegant computation</li> </ul>
<p><u>SPACE AND SHAPE</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Recognition of shapes and patterns</li> <li>Comprehension of dynamical changes in shapes</li> <li>Two- and three-dimensional representations and their interrelations</li> <li>Capability of recognising similarities and differences between objects</li> <li>Relative position and movements in the space</li> </ul>
<p><u>CHANGE AND RELATIONS</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Representation of mathematical relations in several ways (symbolic, algebraic, graphic, tabular)</li> <li>Ability in passing from one type of representation to one other</li> <li>Capability to think in functional terms (meaning of rate of change, slope, and so on)</li> <li>Link to aspects of other key ideas (Space and shape and uncertainty)</li> </ul>
<p><u>UNCERTAINTY</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Production of data (valid methods for measuring certain features; statistic survey)</li> <li>Data analysis, their visualisation and graphic representation; concept of mean and median</li> <li>Probability</li> </ul>

**Fig. 5 – Topics OOC Mathematics**

## 2.5 Struttura dell'OOC “Mathematical Modelling”

L'OOC contiene materiale interattivo per organizzare, gestire e migliorare l'apprendimento della matematica attraverso lezioni più stimolanti in cui lo

studente è più attivo e partecipa. È auspicabile che una parte di questi materiali siano utilizzati quando lo studente ha a disposizione un computer con un ACE.

L'OOC sarà organizzato in 4 moduli (M): ogni modulo, descritto in termini di prerequisiti e competenze in uscita, conterrà unità didattiche (UD) o lezioni, afferenti a uno o più contenuti dei topics elencati in figura 5. Come per l'OOC di scienze ogni modulo proporrà un percorso didattico, a volte anche interdisciplinare e le UD saranno realizzate in modo da poter essere fruite anche singolarmente e, eventualmente, utilizzate dal docente che voglia realizzare un proprio percorso didattico originale.

Ogni unità didattica conterrà uno o più problemi, da proporre agli studenti che, singolarmente o a gruppi, cercano soluzioni originali avvalendosi di un ACE, sviluppato secondo lo schema di figura 6.

The image shows a template for a problem within the SMART Erasmus+ project. At the top, there is a red banner with the text "SMART Science and Mathematics Advanced Research for good Teaching" and the Erasmus+ logo. Below this, the text "Mathematical Modelling" is centered. On the left side, there is a vertical list of labels: "TITLE of PROBLEM:", "Content Area:", "Key ideas:", "Contents:", "Required in advance:", "Abilities:", and "Competences:". In the center of the page, the text "TITLE OF THE PROBLEM" is written in red. At the bottom left, there is a list of sections: "► Problem", "► Resolution", "► The Mathematics behind the problem", and "► Bibliography".

**Fig. 6 – Format del problema**

In fine ogni unità didattica contiene una sezione di test e compiti, preparati con un sistema di valutazione automatica, che consentono al docente di valutare sia le conoscenze che le competenze raggiunte dallo studente. Le domande dei compiti consentono l'inserimento di risposte contenenti espressioni letterali e numeriche in quanto il sistema è in grado di valutare l'esattezza della risposta indipendentemente dalla forma dell'espressione scelta tra le infinite possibili. La correzione automatica può prevedere dei feedback per lo studente e i compiti saranno accompagnati da una rubrica di valutazione che il docente potrà decidere di adottare o meno.

Al termine di ogni modulo sono previsti test con valutazione automatica anche per il docente che gli consentiranno di avere un rating delle attività proposte in termini di chiarezza, realizzabilità ed efficacia al fine di selezionare e aggiornare argomenti e contenuti dei moduli didattici.

### 3. Conclusioni

I due OOC prima di esser messi a disposizione della comunità scientifica saranno testati dai docenti di matematica, fisica e scienze delle scuole partner del Progetto SMART in modo da poter avere immediatamente dei riscontri e delle osservazioni critiche. I docenti e gli studenti che eseguiranno questa sperimentazione saranno accreditati in un ambiente virtuale di apprendimento, una piattaforma Moodle integrata con un ambiente di calcolo evoluto e un sistema di tutoring a distanza. I docenti testeranno anche un Modulo di base, comune ai due OOC, che consente di prendere confidenza con gli strumenti utilizzati dai due OOC come un ambiente di calcolo evoluto, un sistema di valutazione automatica. All'interno del Progetto SMART è in fase di studio la diffusione di questi OOC, eventualmente come MOOC di Consorzi di Università e Istituzioni che si occupano di istruzione e formazione, e la certificazione della frequenza di essi da parte di docenti che desiderano aggiornarsi o di quelli che stanno per entrare nel mondo della scuola. In Italia potrebbe rappresentare un utile strumento per migliorare la realizzazione dei TFA, Tirocini Formativi Abilitanti, e dei PAS, Percorsi Abilitanti Speciali, in collegamento alla metodologia CLIL, Content and Language Integrated Learning.

### Bibliografia

[Aikenhead, 2005] Aikenhead G. S., Sciencebased occupations and the science curriculum: Concepts of evidence. *Science Education*, 89, 242-275.

[Artigue, 2002] Artigues M., Learning Mathematics in a CAS Environment: The Genesis of a Reflection about Instrumentation and the Dialectics between Technical and Conceptual Work. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 7, 3, 2002, 245-274.

[Bennett et al, 2007] Bennett J., Lubben F., Hogarth S., Bringing Science to Life: A Synthesis of the Research Evidence on the Effects of Context-Based and STS Approaches to Science Teaching. *Science Education*, 91, 347-370, 2007.

[Hodgins e Conner, 2000] Hodgins W. e Connor M., Everything you ever wanted to know about learning standards but were afraid to ask. Retrieve July 12, 2005 from: <http://learnativity.com/standards.html> Hughes, 2000.

[Miller e Osborne, 1998] Miller, R., e Osborne, J. F. (Eds.), *Beyond 2000: Science Education for the Future*. London: King's College London, 1998.

[Polya, 1983] Polya G., *Come risolvere i problemi di matematica. Logica ed euristica nel metodo matematico*, Feltrinelli, 1983.

[Sosteric e Hesemeier, 2002] Sosteric M., Hesemeier S., When is a Learning Object not an Object: a first step towards a theory of learning objects. *The International Review of Research in open and distributed learning*, 3, 2, 2002.