

UN LABORATORIO A TRENTO

di Francesca Mazzini*

* Progetto Lauree Scientifiche, Orientamento e Formazione Insegnanti, Matematica, Trento.

Vorrei dare il resoconto personale di un «laboratorio» che si è svolto nell'ambito del progetto locale dell'Università di Trento, sia come insegnante partecipante alle attività, sia come persona che ha contribuito all'organizzazione generale del progetto locale. Fornirò alcuni dati per precisare il contesto, ma cercherò soprattutto di rendere il senso del laboratorio, dal mio punto di vista soffermandomi principalmente sugli aspetti qualitativi e relazionali, riportando qualche commento fatto dai partecipanti e indicando le mie percezioni delle difficoltà e dei risultati ottenuti.

Nell'ambito del PLS, a Trento si sono realizzati due sotto-progetti locali del programma Orientamento e Formazione degli Insegnanti, uno per l'area matematica (responsabile Italo Tamanini) e uno per l'area fisica (responsabile Stefano Oss). I due progetti hanno sviluppato congiuntamente due «laboratori di matematica e fisica» sui temi: *Fisica, Matematica e Musica; Interpretazione di fenomeni aleatori*. In questi laboratori, intesi nel senso indicato in [1] su questo stesso numero della rivista, si affrontano aspetti fisici e matematici degli argomenti trattati e si cerca di far percepire la fisica e la matematica come due discipline integrate che contribuiscono a una lettura scientifica del mondo.

Per un'idea complessiva sulle attività realizzate nel progetto locale di Trento si può fare riferimento alla tabella che segue, in cui sono riportati il numero di laboratori realizzati e il numero di istituti scolastici, studenti e insegnanti coinvolti, per tema e per anno (sui numeri di studenti del secondo anno c'è un'incertezza di qualche unità); maggiori informazioni si possono trovare all'indirizzo www.phys.science.unitn.it/~oss/pls/plshtml.htm¹

PLS 2005-2007 Laboratori di Matematica e Fisica, Trento

temi	fisica, matematica, musica		interpretazione di fenomeni aleatori		numeri (primi) e messaggi segreti	
	I anno	II anno	I anno	II anno	I anno	II anno
laboratori	6	10	3	9	4	6
istituti scolastici*	6	8	3	4	4	3
studenti	86	171	36	200	51	129
insegnanti	12	17	6	13	9	8

*Liceo Scientifico "L. da Vinci", Trento; Liceo Scientifico "G. Galilei", Trento; Liceo Scientifico "E. Torricelli", Bolzano; Liceo Scientifico "Rainerum", Bolzano (solo il primo anno).

In particolare vorrei parlare del laboratorio *Interpretazione di fenomeni aleatori*, al quale ho collaborato, nel quale si utilizzano nozioni del calcolo delle probabilità per avvicinarsi alla conoscenza di

fenomeni e teorie nel campo della statistica applicata, della meccanica statistica, della termodinamica classica, eccetera. Una descrizione sintetica dei contenuti e delle modalità di realizzazione di questo laboratorio si trova nella tabella alla pagina 144, costruita in base alle «sintesi dei progetti locali» realizzate con il monitoraggio del PLS (vedi anche www.requs.it).

PLS 2005-2007 Laboratorio di Matematica e Fisica, Trento
Interpretazione di fenomeni aleatori

	istituti coinvolti	studenti	docenti
primo anno	3	36	6
secondo anno	4	200	1

Invece, una descrizione dettagliata della modalità di presentazione didattica del fenomeno «decadimento radioattivo» si trova in [2].

Il laboratorio *Interpretazione di fenomeni aleatori*

L'avvio del laboratorio ha avuto qualche difficoltà, come probabilmente è normale che accada all'inizio di una sperimentazione e quando più persone non abituate a lavorare insieme si trovano a interagire. Si sono verificati alcuni problemi di comunicazione e di incomprensione tra i docenti universitari e i docenti delle scuole coinvolte, nonché tra gli stessi docenti universitari. Non sempre i ruoli sono stati chiari, per esempio l'obiettivo di avere un coinvolgimento paritario degli insegnanti e dei docenti universitari nella progettazione delle attività è stato raggiunto solo parzialmente. In effetti, nei questionari di valutazione del progetto alcuni insegnanti hanno suggerito di «chiarire i ruoli dei docenti universitari e degli insegnanti prima di iniziare la programmazione». L'entusiasmo mostrato dagli studenti alla fine delle attività ha compensato però gran parte, se non tutte le difficoltà e le incomprensioni incontrate. Come si può vedere dai commenti di alcuni studenti riportati nel riquadro seguente.

«Le lezioni a cui ho partecipato sono state molto interessanti e coinvolgenti [...] sto facendo riferimento al gioco con i dadi e alla simulazione dei riflessi che è servita per la dimostrazione della curva di Gauss. [...] è stata un'attività molto interessante e ben organizzata per quanto riguarda gli argomenti trattati. Complimenti!»

«Mi sono piaciuti in modo particolare gli esperimenti in cui noi ragazzi abbiamo avuto un ruolo attivo, quindi potenzierei questi momenti per rendere più interessanti le lezioni. [...] Sono rimasta molto soddisfatta degli argomenti trattati e non diminuirei le spiegazioni, che ritengo siano necessarie per comprendere la materia.»

Spesso gli studenti si sono fermati oltre la fine degli incontri per chiedere approfondimenti e, in alcuni casi, dimostrazioni formali degli aspetti matematici, mostrando un entusiasmo e un interesse difficilmente riscontrabili nella didattica quotidiana. Così, anche nelle

PLS 2005-2007 Laboratorio di Matematica e Fisica, Trento. Interpretazione di fenomeni aleatori	
referente attività	Fisica: Stefano Oss Matematica: Stefano Bonaccorsi
contenuti	decadimento radioattivo, passeggiate casuali e moto browniano, distribuzione di Maxwell-Boltzmann; ricerca del linguaggio necessario a parlare di caso, passeggiate casuali, modelli di particelle aleatori
parole chiave	moto browniano; decadimenti radioattivi; Maxwell-Boltzmann; probabilità; variabile aleatoria; passeggiate casuali
metodologie	laboratorio di matematica; laboratorio sperimentale partecipato
ambienti e luoghi	università; scuola
strumenti	personal computer; materiali poveri; strumentazione scientifica
ore impegno/studente	20
descrizione sintetica	Un laboratorio congiunto tra area fisica e area matematica, nel quale gli studenti (in ore curricolari o extra-curricolari) si trovano, utilizzando nozioni del calcolo delle probabilità e della statistica matematica, a sperimentare, congetturare, «prendere misure», costruire modelli e trovare strategie per avvicinarsi alla conoscenza di fenomeni e teorie nel campo della statistica applicata, della meccanica statistica, termodinamica classica, eccetera. Il laboratorio è coprogettato, seguito e documentato da alcuni docenti universitari, da insegnanti delle scuole superiori, tirocinanti delle SSIS e dottorandi. L'attività prevede una partecipazione attiva da parte degli studenti per circa 20 ore. Queste ore sono pressoché equamente suddivise tra dimostrazioni pratiche, spiegazioni teoriche e laboratorio attivo da parte degli studenti.
motivazioni e obiettivi	<p>generali</p> <p>Affrontare tematiche di area matematica con forti ricadute in discipline fisiche di consuetudine non trattate nelle scuole superiori. Probabilità e statistica sono adatte allo scopo perché: non richiedono abilità formali e conoscenze teoriche di portata troppo ampia; costituiscono conoscenze spesso utilizzate (in modo inappropriato) nel laboratorio del quotidiano (scommesse, puntate, giochi, previsioni meteorologiche, eccetera); consentono l'approccio ad argomenti di fisica spesso (mal)trattati in campi vari</p> <p>disciplinari</p> <p>Conoscere e usare i concetti di: eventi deterministici e non, probabilità, frequenza, conteggio, variabile causale, distribuzione, campione, attesa, confidenza, stima, eccetera. Applicare queste idee a fenomeni e teorie fisiche nel campo della meccanica statistica, termodinamica classica (in particolare entropia), statistiche di molte particelle (gas, solidi, fenomeni conduttivi, di trasporto, caotici e pseudo-caotici), previsioni meteorologiche, eccetera.</p> <p>metodologici</p> <p>Creare forti connessioni operative fra concetti e metodi della matematica e fra fenomeni e rispettivi modelli della fisica.</p>
risultati attesi	Favorire e rivalutare l'apporto cognitivo, di metodo e di contenuti delle materie scientifiche in un contesto rinnovato e, ove possibile, anche divertente e stimolante per gli studenti (oltre che per i docenti stessi). Alla fine del secondo anno, produrre dei materiali per insegnanti e studenti sul laboratorio e una documentazione sull'esperienza svolta. Effettuare un'analisi dei questionari di valutazione delle attività.
osservazioni sullo svolgimento delle attività e sui risultati ottenuti	<p>primo anno di attività</p> <p>Il laboratorio ha suscitato gradimento ed interesse negli studenti. Il 94% degli studenti ha considerato interessanti gli argomenti trattati nel laboratorio. La fisica e la matematica sono state percepite per circa il 90% degli studenti «come due discipline che, con differenti approcci, si integrano e contribuiscono alla lettura scientifica del mondo che ci circonda». Circa l'85% degli studenti ha visto un buon bilanciamento tra le diverse tipologie di attività (spiegazioni teoriche da parte dei docenti, dimostrazioni sperimentali e pratiche da parte dei docenti, lavori individuali e di gruppo da parte degli studenti, attività sperimentali e pratiche da parte degli studenti, attività in cui sono stati utilizzati strumenti informatici, multimediali, telematici). Per quanto riguarda la collaborazione tra docenti universitari e insegnanti di scuola superiore, si ritiene che sia stata proficua. Il 60% degli insegnanti dichiara di aver partecipato alla progettazione, ma solamente il 40% dichiara di aver partecipato attivamente alla realizzazione delle attività. Uno degli obiettivi per il secondo anno, è che gli insegnanti coinvolti nel progetto sin dal primo anno conducano in modo abbastanza autonomo le attività con i ragazzi, pur mantenendo contatti con i docenti universitari (che interverranno solo in minima parte nelle attività con i ragazzi).</p>

risposte dei questionari, per esempio quelle riportate nel riquadro seguente, gli studenti hanno sottolineato una differenza rispetto alla didattica quotidiana.

«Sicuramente questo corso mi resterà anche in futuro, per le cose apprese, le curiosità che sono nate dentro di me e soprattutto il nuovo modo di vedere la fisica. Ho appreso più conoscenze (pratiche per il quotidiano) in queste lezioni che negli ultimi due anni. Penso che questo sia stato possibile anche grazie al clima con cui si tenevano le lezioni. Un grazie sincero ai docenti, a voi professori e agli altri studenti.»

«È stata un'esperienza positiva, perché a scuola non abbiamo occasione di affrontare la fisica e la matematica applicandole ai fenomeni studiati; tutto ciò è stato molto interessante, poiché diverso da quello che facciamo a scuola.»

«È stata un'esperienza molto positiva, in quanto univa pratico e teorico».

Nel primo anno di progetto, tutti gli insegnanti degli istituti scolastici coinvolti nel laboratorio si sono incontrati più volte con i docenti universitari al fine di progettare insieme un percorso da realizzare con gli studenti. In realtà, dopo molteplici incontri e discussioni, l'*i-ter* è stato prevalentemente suggerito dagli universitari, fortemente coinvolti anche durante le attività con gli studenti. Alcuni insegnanti si sono mostrati poco propositivi nella fase di progettazione perché non ritenevano di conoscere in modo adeguato gli argomenti trattati e gli esperimenti proposti. Sarebbe stato utile, invece, preparare alcuni esperimenti insieme agli insegnanti, in modo che questi potessero avere un'idea concreta dell'attività da proporre agli studenti e avrebbero quindi avuto la possibilità di fare più interventi, dando consigli ed effettuando scelte didattiche maggiormente appropriate. Qualche insegnante ha anche suggerito di «prevedere spazi di discussione su temi specifici in piccoli gruppi (personalmente ho trovato gli scambi personali con colleghi e con universitari molto più efficaci delle discussioni nelle riunioni plenarie)».

Durante la fase di realizzazione del laboratorio alcuni insegnanti, probabilmente entrando maggiormente nello spirito di ciò che si stava facendo, hanno proposto e realizzato modifiche al percorso originariamente pensato. Le proposte sono state accolte anche dagli altri insegnanti e il risultato è stato la realizzazione, all'interno dei diversi gruppi, di percorsi pressoché identici. Le interazioni con gli studenti sono state guidate prevalentemente dal personale universitario e solo parzialmente dagli insegnanti degli istituti scolastici.

Nel secondo anno, i ruoli si sono sostanzialmente invertiti: il personale universitario è diventato prevalentemente spettatore e consulente degli insegnanti che, alla luce dell'esperienza fatta nel primo anno, hanno progettato e gestito in modo pressoché autonomo il percorso con gli studenti. Gli incontri di progettazione nel secondo anno sono avvenuti su richiesta degli insegnanti e generalmente per insegnanti legati allo stesso gruppo di studenti.

Come si può vedere nella tabella di pagina 142 il numero di studenti è cresciuto notevolmente passando dal primo al secondo anno, ciò anche perché alcuni docenti hanno realizzato il percorso nelle loro classi e durante l'orario curricolare, ma non solo per questo motivo.

Un lancio di dadi a 20 facce



Infatti, anche il numero di studenti volontari che hanno scelto di partecipare all'attività ha avuto un notevole incremento: il primo anno, in ogni istituto scolastico, i gruppi che partecipavano all'attività in orario extra-curricolare erano formati da 6-8 studenti, quest'anno, invece, ogni gruppo era costituito da almeno 20 ragazzi e in qualche caso, visto l'alto numero di richieste di partecipazione, sono stati organizzati più gruppi che hanno svolto le attività in momenti diversi. Le diverse tipologie di gruppi e di studenti cui è stato rivolto il laboratorio nel secondo anno (hanno partecipato anche studenti di classi diverse) hanno favorito lo sviluppo di percorsi differenziati tra loro. In alcuni casi, per esempio, piuttosto che soffermarsi sul-

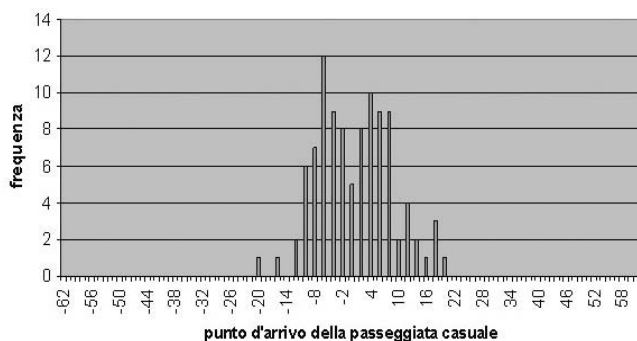


Grafico della frequenza dei punti di arrivo di 100 passeggiate casuali, ognuna composta da 62 passi (simulazione al calcolatore)

l'esperimento del decadimento radioattivo, s'è preferito approfondire gli aspetti legati alla teoria e alle applicazioni delle passeggiate casuali, come dimostra l'immagine a lato in un passo del percorso verso la scoperta sperimentale della curva di Gauss.

Alcuni esperimenti sono stati proposti in alcune classi e non in altri gruppi. Si è venuta quindi ad avere una molteplicità di esperienze, che speriamo di raccogliere alla fine del secondo anno di progetto.

Lo scambio di informazioni tra scuole e università, aspetti didattici da un lato, aspetti disciplinari dall'altro, che inizialmente aveva stentato ad affermarsi è via via cresciuto con lo sviluppo del progetto stesso.

Alcuni insegnanti hanno preso spunto dal percorso seguito e realizzato per introdurre (in classi non coinvolte nel progetto) in modo «diverso» alcuni argomenti del programma scolastico.

Malgrado gli interventi dei docenti universitari nel secondo anno siano stati molto ridotti, in ogni gruppo è intervenuto, almeno una volta, uno di essi e si è cercato di realizzare almeno un'esperimento di fisica presso l'università. Il primo anno, infatti, gli studenti avevano apprezzato molto questi aspetti. Il gradimento è stato confermato anche nel secondo anno: un collegamento con l'ambiente universitario realizzato nella pratica è importante per gli studenti.

Si sta provvedendo alla documentazione e alla valutazione del progetto, in particolare del secondo anno. Prevediamo che al termine di questi primi due anni, in cui sia i docenti universitari, sia gli insegnanti di scuola hanno avuto modo di sperimentare e interagire direttamente con gli studenti, si potrà effettuare una riflessione sull'esperienza svolta alla quale i diversi attori coinvolti potranno partecipare in modo paritario. ❖

INDICAZIONI BIBLIOGRAFICHE

[1] G. Anzellotti, F. Mazzini, *Il progetto Lauree Scientifiche, la matematica e la scuola*, in *Emmeciquadro* n. 30, agosto 2007.

[2] L.M. Gratton, S. Oss e F. Operetto, *Un'unità didattica sul decadimento radioattivo*, in *Giornale di Fisica* Vol. XLVII, N. 3. Luglio-Settembre 2006.