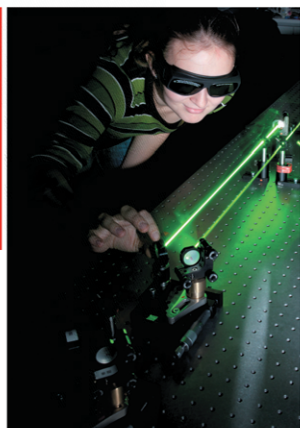


a cura di
Liù M. Catena
Francesco Berrilli
Ivan Davoli
Paolo Proposito



STUDENTI-RICERCATORI per cinque giorni

“Stage a Tor Vergata”

 Springer

STUDENTI-RICERCATORI
per cinque giorni

a cura di

Liù M. Catena • Francesco Berrilli •
Ivan Davoli • Paolo Proposito

STUDENTI-RICERCATORI per cinque giorni

“Stage a Tor Vergata”

Liù M. Catena

Centro di Ricerca e Formazione permanente per l'insegnamento delle discipline scientifiche, Università degli Studi di Roma Tor Vergata

Ivan Davoli

Dipartimento di Fisica
Università di Roma Tor Vergata

Francesco Berrilli

Dipartimento di Fisica
Università di Roma Tor Vergata

Paolo Proposito

Dipartimento di Fisica
Università di Roma Tor Vergata

Il libro è stato realizzato grazie al sostegno del Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca, Direzione Generale per gli ordinamenti scolastici e per l'autonomia scolastica.

All'indirizzo www.stageatorvergata.it, in continuo aggiornamento, è disponibile il materiale del progetto didattico *Stage a Tor Vergata*, il quale dal 2012 è parte del Progetto Didattico Nazionale *Stage nelle Università* (www.stageinuniversita.it).

ISBN 978-88-470-5270-3

ISBN 978-88-470-5271-0 (eBook)

DOI 10.1007/978-88-470-5271-0

© Springer-Verlag Italia 2013

Quest'opera è protetta dalla legge sul diritto d'autore e la sua riproduzione anche parziale è ammessa esclusivamente nei limiti della stessa. Tutti i diritti, in particolare i diritti di traduzione, ristampa, riutilizzo di illustrazioni, recitazione, trasmissione radiotelevisiva, riproduzione su microfilm o altri supporti, inclusione in database o software, adattamento elettronico, o con altri mezzi oggi conosciuti o sviluppati in futuro, rimangono riservati. Sono esclusi brevi stralci utilizzati a fini didattici e materiale fornito ad uso esclusivo dell'acquirente dell'opera per utilizzazione su computer. I permessi di riproduzione devono essere autorizzati da Springer e possono essere richiesti attraverso RightsLink (Copyright Clearance Center). La violazione delle norme comporta le sanzioni previste dalla legge.

Le fotocopie per uso personale possono essere effettuate nei limiti del 15% di ciascun volume dietro pagamento alla SIAE del compenso previsto dalla legge, mentre quelle per finalità di carattere professionale, economico o commerciale possono essere effettuate a seguito di specifica autorizzazione rilasciata da CLEARedi, Centro Licenze e Autorizzazioni per le Riproduzioni Editoriali, e-mail autorizzazioni@clearedi.org e sito web www.clearedi.org.

L'utilizzo in questa pubblicazione di denominazioni generiche, nomi commerciali, marchi registrati, ecc. anche se non specificamente identificati, non implica che tali denominazioni o marchi non siano protetti dalle relative leggi e regolamenti.

Le informazioni contenute nel libro sono da ritenersi veritiere ed esatte al momento della pubblicazione; tuttavia, gli autori, i curatori e l'editore declinano ogni responsabilità legale per qualsiasi involontario errore od omissione. L'editore non può quindi fornire alcuna garanzia circa i contenuti dell'opera.

Layout copertina: Ikona S.r.l., Milano

Impaginazione: Ikona S.r.l., Milano

Stampa: Grafiche Porpora, Segrate (MI)

Springer-Verlag Italia S.r.l., Via Decembrio 28, I-20137 Milano
Springer fa parte di Springer Science+Business Media (www.springer.com)

A Melissa Bassi

Prefazione

Gli *Stage a Tor Vergata*, valido esempio di lavoro sinergico e integrato tra Scuola e Università, sono stati ideati con lo scopo di proporre una didattica in grado di agevolare l'apprendimento delle discipline scientifiche favorendo il coinvolgimento attivo di studentesse e studenti, del IV e V anno della scuola secondaria di II grado. Al contempo l'iniziativa si è dimostrata un'efficace fonte di stimoli e impulsi per gli insegnanti accompagnatori, i quali vengono espressamente chiamati in causa nelle attività di ricerca-formazione sul campo, attuate nei laboratori di ricerca del Dipartimento di Fisica dell'Università di Roma Tor Vergata.

Agli studenti è altresì rivolta un'attività di orientamento, per scelte mature e consapevoli riguardo l'accesso alle facoltà universitarie e al mondo delle professioni, che privilegia gli aspetti laboratoriali: i docenti universitari guidano i ragazzi nella progettazione e realizzazione di esperienze specifiche, tratte dalla realtà di ogni giorno.

I contenuti didattici, incentrati su una disciplina moderna e di frontiera come la scienza dei materiali, riguardano le tecnologie dell'ICT (Information and Communication Technology), della conversione fotovoltaica e dell'uso di nuovi materiali per la costruzione di grandi telescopi da terra e spaziali. Le attività sperimentali, portate avanti dagli studenti nei laboratori di ricerca dell'ateneo romano, sono assolutamente in linea con le indicazioni dell'Unione Europea, sempre più attenta e concentrata nel rafforzamento della ricerca per lo studio e l'utilizzo di nuove tecnologie applicate ai materiali innovativi.

Il libro è una puntuale testimonianza del lavoro svolto nella sua globalità. In esso il lettore troverà i contributi redatti dalle diverse categorie coinvolte nel progetto: personale universitario, insegnanti delle scuole e studenti. Questi ultimi sono presenti sia come autori di tesine portate agli Esami di Stato degli anni 2011 e 2012 e sia come soggetti intervistati. Ed è proprio dalla lettura delle loro affermazioni che emerge il gradimento per l'opportunità vissuta a Roma Tor Vergata soprattutto per le sue modalità operative, le quali confermano e avvalorano l'utilità delle attività di laboratorio per la comprensione della scienza e delle sue applicazioni tecnologiche.

Gli insegnanti, da parte loro, palesano opinioni molto positive sulla ricaduta di queste esperienze nella didattica ordinaria avendo, essi stessi, "maneggiato" temati-

che non astratte ma strettamente connesse alla quotidianità mediante la prassi laboratoriale.

Il messaggio comunicato, in modo implicito o dichiarato, dagli individui interessati è che la didattica delle scienze può essere cambiata e innovata avendo, in ogni caso, cura di cautelare la motivazione e il protagonismo degli studenti, i quali in tal modo si assicurano migliori prestazioni in tema di apprendimento. Conquistano, inoltre, una maggior consapevolezza riguardo le proprie strategie cognitive sostenuti da una metodologia didattica basata sulla laboratorialità e le sue peculiarità: la cooperazione, il confronto, la riflessione, il problem solving, la costruzione di competenze.

La pubblicazione in questione infine è un'utile testimonianza dell'impegno, dello sforzo e della volontà – della Scuola e dell'Università - di superare e ignorare le sterili gerarchie del sapere con il primario obiettivo di formare i giovani affinché diventino cittadini consapevoli e preparati nell'attuale società della conoscenza, che sempre più spesso sollecita i propri componenti ad approfondite e ragionate scelte civiche e ambientali.

Carmela Palumbo

Direttore Generale

per gli Ordinamenti scolastici e per l'autonomia scolastica
del Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca

Indice

Introduzione

L.M. Catena, F. Berrilli, I. Davoli, P. Proposito

PARTE I – Il progetto

Le motivazioni degli <i>Stage a Tor Vergata</i> : introduzione al progetto	3
<i>Nicola Vittorio</i>	
Uno <i>strano</i> curriculum... continuo e laboratoriale	7
<i>Filomena Rocca</i>	
Un esempio didattico di raccordo scuola-università	15
e di orientamento formativo	
<i>Antonio Scinicariello</i>	
Il circolo virtuoso di istruzione, ricerca e formazione nella cultura scientifica	19
<i>Liù M. Catena</i>	

PARTE II – Modulo didattico “materiali per l’astrofisica sperimentale”

I legami primordiali tra la scienza dei materiali, l’astronomia e l’astrofisica moderna.....	37
<i>Francesco Berrilli</i>	
Astrofisica sperimentale: aspetti didattici teorici.....	43
<i>Dario Del Moro</i>	
Astrofisica sperimentale: attività di laboratorio	51
<i>Luca Giovannelli</i>	
<i>Stage a Tor Vergata</i> : ricaduta sull’attività didattica	59
<i>Maria Rosaria Di Salvatore</i>	
Riflessi sulle attività didattiche ordinarie.....	65
<i>Mario Del Prete</i>	

Tesine per l’esame di stato

Nuovi progetti per i grandi telescopi. Osservare il cielo nel Terzo Millennio	71
<i>Cesare Certosini</i>	

Metodi di costruzione e materiali per gli specchi dei grandi telescopi ottici	85
<i>Andrea Laurenti</i>	
PARTE III – Modulo didattico “materiali per la conversione fotovoltaica”	
I nuovi materiali e lo sviluppo delle celle solari	99
<i>Ivan Davoli</i>	
Celle fotovoltaiche organiche	105
<i>Massimiliano Lucci, Ivan Colantoni</i>	
La caratterizzazione di una cella fotovoltaica	115
<i>Claudio Goletti</i>	
I nanotubi di carbonio.....	121
<i>Maurizio De Crescenzi, Luca Camilli</i>	
La conversione fotovoltaica e le attività di stage. Ricaduta didattica	127
<i>Sabrina Di Lernia, Giorgio David e Marisa Molinari</i>	
Tesine per l’esame di stato	
Celle solari al silicio e celle di Grätzel	135
<i>Federica Pennarola</i>	
La conversione fotovoltaica.....	151
<i>Eleonora Marra</i>	
PARTE IV – Modulo didattico “materiali per l’ICT”	
Information and Communication Technology: verso il futuro delle telecomunicazioni	161
<i>Paolo Proposito</i>	
Guide d’onda: fabbricazione e caratterizzazione	169
<i>Fabrizio Arciprete, Roberta De Angelis, Fabio De Matteis, Luca Persichetti, Ernesto Placidi, Paolo Proposito, Anna Sgarlata</i>	
L’esperienza degli <i>Stage a Tor Vergata</i> e la ricaduta sull’attività didattica	203
<i>Rosalba Guadalupi</i>	
Tesine per l’esame di stato	
Fibre ottiche e guide d’onda.....	209
<i>Francesca Casaburi</i>	
Studio per lo sviluppo di guide di luce canale	219
<i>Alessandro Sorrentino</i>	
PARTE V – Interviste	
Com’è andato lo stage? Parliamone al telefono.....	227
<i>Sabina Simeone</i>	
Le interviste	229

Introduzione

Prendiamo spunto da alcune dichiarazioni rilasciate da studentesse e studenti che hanno frequentato gli *Stage a Tor Vergata*, le cui interviste il lettore troverà nel capitolo conclusivo del presente libro.

Espressioni del tipo: “... al momento non utilizzo il metodo scientifico all’università, ma credo che in futuro mi servirà ... ci si dovrà porre delle domande e verificare se quello che si è ipotizzato è vero oppure falso” o “il metodo sperimentale lo applico ... nel senso che noi facciamo un’ipotesi su un paziente, verifichiamo e “sperimentiamo” la cura migliore per lui. In questo senso il metodo di ricerca è rimasto e credo che sia utile un po’ in tutte le cose” oppure “... e poi lo stage ti dà una mentalità diversa: dopo aver fatto un’esperienza del genere, quando si studia si tende sempre a vederne il lato pratico. Quando uno ha più o meno capito come funziona un laboratorio, poi si chiede sempre “ma come sarebbe davvero?”, specie studiando la teoria” destano nei responsabili del progetto un piccolo compiacimento, una contenuta soddisfazione unita alla speranza di aver raggiunto parte dei risultati che ci si proponeva di ottenere.

Progettare, proporre delle attività scientifiche, didattiche e formative che potessero orientare, in modo ragionato, gli studenti alla loro scelta di studi e sostenerli nel momento della decisione del percorso universitario. Fornire loro conoscenze e informazioni precise, rappresentando delle prospettive che potessero accendere o incoraggiare una passione. Il desiderio e la speranza di riuscire a trasmettere loro il “metodo”, il quale una volta interiorizzato, e indipendentemente dalla futura scelta, non li avrebbe abbandonati, ma, più o meno, celatamente accompagnati. Ci piace immaginare che questo, in qualche misura, sia accaduto.

Hanno “vissuto”, intensamente e per cinque giorni in due diverse fasi progettuali, le aule e i laboratori di ricerca del Dipartimento di Fisica dell’ateneo romano Tor Vergata; hanno “respirato” l’aria della comunità dei ricercatori, junior e senior; hanno visto con i loro occhi e toccato con le proprie mani strumenti e apparecchiature scientifiche. Hanno pertanto potuto comprendere la mentalità e l’approccio rigoroso dei ricercatori, “persone normali”, “persone alla mano”, come spesso essi li hanno descritti, “persone tranquillissime” animate tuttavia da una passione unica e travolgente verso la scienza e il metodo scientifico.

Non è certo questo il contesto più appropriato per affrontare il significato del

“metodo scientifico” e determinare quali siano le strategie maggiormente efficaci per evidenziarlo nella pratica didattica: siamo lieti comunque che esso venga spesso richiamato nelle testimonianze dei ragazzi.

L’architettura e i contenuti degli *Stage a Tor Vergata* verranno scoperti da coloro che avranno la bontà di leggere questo libro, frutto delle attività di una squadra ben affiatata. Ciascun componente di essa, dal professore ordinario, al tecnico e al gestionale ha svolto il compito assegnato con dedizione, rispetto, collaborazione, serietà e coscienza. Questi atteggiamenti determinano il successo di un piano.

È nostro obbligo ringraziare una serie di persone e strutture. Iniziamo dalla Direzione Generale per gli ordinamenti scolastici e per l’autonomia scolastica del Ministero dell’Istruzione, dell’Università e della Ricerca che ha sostenuto e permesso la realizzazione del progetto. Un grazie di cuore alla prof.ssa Filomena Rocca, presente in prima battuta, e al prof. Antonio Scinicariello subentrato successivamente. Una sincera gratitudine è rivolta a tutti i docenti universitari degli *Stage a Tor Vergata* che hanno portato avanti le attività teoriche e sperimentali nei tre moduli didattici e hanno contribuito alla stesura del libro con la compilazione di articoli. Inoltriamo un riconoscimento particolare al prof. Nicola Vittorio, Direttore degli *stages*, per la fondamentale funzione assunta all’interno dell’iniziativa.

Come non ricordare la squadra operativa del progetto: Giordano Amicucci, Laura Calconi, Desy Catena, Sabina Simeone e Simona Davoli. Tutte persone dotate di grande professionalità e spirito di collaborazione.

“Invadiamo” per cinque giorni, per due volte all’anno, le aule, le sale riunioni, i laboratori didattici e di ricerca del Dipartimento di Fisica e per questo ringraziamo i Direttori che si sono succeduti e i colleghi.

Desideriamo rammentare che la gestione amministrativa degli *Stage a Tor Vergata* è ad opera dell’ITT Colombo di Roma, la cui Preside è la prof.ssa Ester Rizzi. Ma senza la maestria del Direttore S.G.A., dott. Mario Cicerone, ci saremo indubbiamente persi nei grovigli burocratici di un progetto così complesso, soprattutto oggi che è stato esteso ad altri tre Atenei italiani.

Un grazie anche alle scuole che hanno aderito all’iniziativa, citate una per una in un contributo interno, e agli insegnanti accompagnatori, alcuni dei quali hanno partecipato a questa pubblicazione con un proprio scritto.

Da ultimo, non certo per importanza, un forte abbraccio a tutte le studentesse e gli studenti che hanno raccolto l’invito delle loro scuole a confrontarsi con una realtà di studio non propriamente a loro vicina. Grazie per la loro freschezza, serietà e disponibilità al raffronto, non banale, con il mondo universitario.

*Liù M. Catena
Francesco Berrilli
Ivan Davoli
Paolo Proposito*

Parte I

Il progetto

Le motivazioni degli *Stage a Tor Vergata*: introduzione al progetto

Nicola Vittorio

Direttore degli *Stage a Tor Vergata*

Dipartimento di Fisica, Università degli Studi di Roma Tor Vergata

Una delle convinzioni più diffuse tra gli studenti, che vengono interpellati riguardo la vocazione per le materie scientifiche, risulta essere *la necessità di aumentare le ore di laboratorio a scuola*. Questa indicazione è avvalorata da numerosi studi che lasciano intendere come l'inefficacia dei metodi didattici, usati per l'insegnamento delle scienze, spesso basati sulla teoria e sull'astrazione, sia una delle ragioni della modesta cultura scientifica presente nel nostro Paese. In altre parole, sarebbe necessario e auspicabile che dall'interazione della teoria con gli aspetti pratici e sperimentali delle discipline studiate derivasse la costruzione dei saperi scientifici. In tal modo non si perderebbe, anche, di vista l'importanza di fornire agli studenti corrette informazioni in merito a cosa significhi, nel concreto, il mestiere di fisico e di chimico, di ricercatore in generale.

In molti paesi europei l'utilizzo dei laboratori scientifici è parte integrante del processo di apprendimento dei discenti: in Inghilterra, ad esempio, metà delle ore dedicate all'insegnamento della Fisica e della Chimica sono attività curriculari di laboratorio.

In Italia, ahimè, troppo assiduamente l'utilizzo dei laboratori scientifici nelle scuole viene trascurato, anche per la frequente mancanza di personale tecnico preposto alla preparazione delle esperienze e al mantenimento delle apparecchiature. Inoltre, il laboratorio è di norma considerato come il "luogo" di svolgimento di attività pratiche e non come un'opportunità per un nuovo metodo di insegnamento, complementare alla lezione frontale, che permetta agli studenti di giungere a una consapevole interpretazione del proprio apprendimento.

Questo valore metodologico, attribuito al laboratorio, abita l'architettura didattica e formativa degli *Stage a Tor Vergata*, nati nel giugno del 2010 grazie al sostegno della "Direzione generale per gli ordinamenti scolastici e per l'autonomia scolastica" del MIUR e organizzati presso il Dipartimento di Fisica dell'Università di Roma Tor Vergata. In essi l'erogazione di una modalità di lavoro che consente agli studenti di ideare, realizzare, toccare e valutare attività condivise e partecipate con altri soggetti è assolutamente centrale. L'insegnamento delle materie scientifiche e tecniche imperniato sul laboratorio deve costituire una vera e propria operazione culturale, sicuramente a vantaggio della scuola – si pensi per esempio alla crescita professionale degli insegnanti in servizio e all'orientamento attivo degli studenti per le scelte universitarie – ma soprattutto per il futuro socio-economico del nostro Paese. Il ruolo assunto dall'istruzione

è strategico e decisivo nell'attuale società della conoscenza, la quale ci ricorda continuamente la natura sociale del conoscere.

L'istruzione e la formazione - collanti dell'irrinunciabile legame tra i mondi della scuola, dell'università e del lavoro - devono assolvere il compito di contribuire allo sviluppo completo delle persone: il risultato benefico che si ottiene supera i confini individuali e genera una fruttuosa ricaduta economica e sociale a indubbio profitto di tutta la comunità.

Questa è la direzione intrapresa dall'Unione Europea che mira a costruire e sostenere una *economia basata sulla conoscenza* come rappresentazione dell'insieme di ricerca, innovazione e istruzione, facendo infatti ripetutamente riferimento al "triangolo della conoscenza". L'obiettivo della UE è di difendere la propria competitività, nei confronti di tutti quei paesi emergenti la cui concorrenza poggia su una manodopera a buon mercato e, in alcuni casi, sul possesso di materie prime e risorse naturali, facendo leva sul valore della conoscenza come mezzo propulsivo per la crescita della produttività e, quindi, dello sviluppo economico, e per fornire un'adeguata risposta alle sfide dei mercati internazionali.

Per mantenere elevata la competitività delle imprese è necessario sostenere l'innovazione di prodotto: di conseguenza l'attenzione dell'Unione Europea si è concentrata sulla ricerca e l'applicazione di nuovi materiali e nuove tecnologie per la produzione industriale e la realizzazione di nuovi prodotti. La UE considera l'impresa il motore del processo di innovazione: *produzione, assimilazione e sfruttamento con successo* delle novità prodotte dall'applicazione della ricerca scientifica. È ovvio che la ricerca scientifica fornisce qui un contributo determinante, ma senza l'iniziativa e il lavoro delle imprese - e la spaventosa crisi economica che ha colpito il vecchio continente ne è una prova - non esiste produzione e distribuzione. Senza produzione e distribuzione non c'è creazione di valore e crescita.

Si desume da questo panorama quanto sia indispensabile identificare strategie che riconducano i giovani studenti a interessarsi alla scienza, alla tecnologia e alla loro interazione. La scienza svela la comprensione dei fenomeni naturali attraverso la loro descrizione formale; la tecnologia raffigura l'efficacia dell'uso di tali descrizioni per produrre strumenti e mettere a punto applicazioni.

Scienza e tecnologia sono la cornice e il quadro degli *Stage a Tor Vergata*. I tre moduli didattici incentrati sullo studio di materiali innovativi per l'astrofisica dello spazio, per la conversione fotovoltaica e per le tecnologie dell'informazione e della comunicazione si prefiggono di fornire agli studenti, del IV e V anno delle scuole secondarie di secondo grado, competenze di vario genere connesse all'utilizzo di tecniche standard di laboratorio per la sintesi, il controllo, la caratterizzazione, l'analisi e la qualificazione dei materiali innovativi o utilizzabili per le nanotecnologie.

I ragazzi ricevono, nelle aule e nei laboratori dell'Università di Roma Tor Vergata, l'occasione di comprendere, in una modalità attiva, la scienza e le sue applicazioni. In aggiunta, in una prospettiva orientativa del progetto, hanno ragguagli circa le possibilità di scelta nel campo universitario e ottengono congrue notizie sulle opportunità professionali dei laureati nelle cosiddette scienze di base, spesso caratterizzate da stereotipi e cliché, conseguenza di un'inadeguata e scarsa informazione. Luoghi comuni riguardo il fatto che le carriere scientifiche abbiano una bassa ricaduta sociale e non offrano

prospettive di lavoro interessanti, ovviamente in rapporto alla loro difficoltà. Sono falsi pregiudizi che purtroppo danneggiano l'ambiente scientifico avvenire e spiegano, sciaguratamente, la bassa diffusione della cultura scientifica nel territorio nazionale. Ancora una volta bisogna rinnovare l'appello alla scuola, all'università e al mondo del lavoro per una manifesta e congiunta attività di monitoraggio e comprensione della prestigiosa significatività delle professioni svolte in ambito scientifico-tecnologico e di come esse si evolvono in termini di ruoli, competenze e prospettive. Lo sforzo deve essere comune in quanto il gap informativo è considerevole e il divario tra lo studio, da parte dei ragazzi, l'insegnamento delle materie scientifiche e la conoscenza dei reali sbocchi occupazionali è sicuramente marcato.

Anche in questa ottica la didattica laboratoriale ci soccorre efficacemente introducendo delle novità di metodo e di merito in grado di generare curiosità e meraviglia nello studio e di modificare positivamente i processi di insegnamento e di apprendimento. E cosa c'è di meglio di un laboratorio per generare curiosità e meraviglia? E perché gli studenti richiedono laboratori sperimentali a scuola? Perché in essi, come abbiamo ampiamente argomentato, i ragazzi possono sperimentare nuove pratiche di lavoro; la loro curiosità trova risposte; la progettualità è incoraggiata; applicano il metodo scientifico e sviluppano il pensiero critico.

Le attività di laboratorio proposte dagli *Stage a Tor Vergata* sono progettate con questo scopo. Gli studenti che partecipano agli *Stage a Tor Vergata* trascorrono complessivamente dieci giorni, in due distinte fasi temporali, di totale inserimento nell'ambiente universitario, nel mondo dei materiali e delle sue innovative applicazioni. Mi auguro che scoprano, con meraviglia e curiosità, non solo l'impiego dei nuovi materiali nei processi industriali e il loro utilizzo nella vita di tutti i giorni, ma principalmente la dimensione e il credito della ricerca scientifica. Spero, in conclusione, che interiorizzino compiutamente l'idea che, oggi più che mai, fare ricerca non è un lusso ma una necessità per assicurare benessere al nostro Paese, all'Europa e, soprattutto, alle future generazioni.

Uno strano curriculum... continuo e laboratoriale

Filomena Rocca

Referente MIUR per A.A. 2010/2011

Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca, Dipartimento per l'Istruzione,
Segreteria Tecnica

Il curriculum è il principale strumento di progettualità didattica e si basa sull'integrazione tra conoscenze e competenze, intese come abilità e comportamenti funzionali all'esecuzione di specifici compiti. Nel caso di discipline scientifiche come la fisica, la chimica e anche la matematica esso può essere articolato in percorsi didattici caratterizzati:

- dallo **sviluppo verticale** (dalla scuola di base fino alla superiore), con strategie di insegnamento che rendano efficace, in un continuo **equilibrio-risonanza fra formalizzazione matematica ed esplorazione fenomenologica**, l'insegnamento delle reti di modelli che sono alla base della struttura concettuale delle discipline scientifiche;
- dall'attenzione alle **correlazioni tecnologiche** (strumentali, applicative e multidisciplinari) che caratterizzano l'uso di una significativa competenza culturale scientifica in una situazione socio-economica in rapida evoluzione come l'attuale;
- dall'attenzione al legame (sempre esistente, e cruciale sia per la comprensione sia per la motivazione) tra **gestione qualitativa e gestione formale (a diversi livelli) dell'interpretazione scientifica**: e quindi tra esperienze quotidiane e non strutturate da un lato e educazione strutturata dall'altro, sullo sfondo di un'esperienza di vita totalmente vincolata all'uso "applicato" di una competenza scientifica pervasiva e articolata;
- dall'attenzione ai **fondamenti** e alle **strategie-base** della disciplina (equilibri, conservazioni, invarianze, ...), in relazione sia ai diversi testi classici e ai manuali, sia alle necessità/possibilità di successivi sviluppi e approfondimenti per i diversi tipi di professionalizzazione;
- dall'impiego sistematico di opportune **tecnologie informatiche e della comunicazione** nei confronti sia dei docenti (strategie di autoformazione e di spiegazione) che degli alunni (strategie di comprensione e di apprendimento): rendendo così possibili approcci globali integrati da una stretta correlazione fra simulazioni, modellizzazioni, esperienze on-line, didattica in rete, fino all'abitudine a un uso *flessibile e finalizzato* dei risultati di ogni indagine.

Con questi presupposti lo studio delle discipline dovrà essere affrontato in una

visione epistemologica nuova, d'area e di saperi integrati che superino - ogni volta che l'argomento lo consente - le rigide distinzioni fra "materie", partendo invece dall'osservazione e dai problemi che la realtà offre alla riflessione e alla discussione culturale: si tratta, in sostanza, di utilizzare la *laboratorialità*. Per *laboratorialità* qui s'intende quella pratica attiva - in laboratorio ovviamente, ma soprattutto e sempre in aula - in cui esperienze pratiche, risoluzione di esercizi e problemi, utilizzo della multimedialità (dalle LIM, agli audiovisivi, alle risorse offerte dal web) si accompagnano anche alle necessarie acquisizioni teoriche, secondo una scelta che trova nella professionalità del docente il suo punto di equilibrio; una pratica metodologica "attiva" che faccia esperire allo studente il senso del problema che affronta e delle soluzioni che trova, che renda lo studente sempre più autonomo e sicuro, sempre più consapevole delle competenze che sta sviluppando; una pratica, insomma, che non è propria solo delle discipline scientifiche, ma dell'apprendimento e del fare scuola *tout court*.

È evidente infatti che si può parlare di *laboratorialità* per una pratica di ricerca scientifica, come per un'attività di traduzione, o di indagine critica e filologica sui testi letterari e storici. Alla base di questi approcci c'è: i) un comune processo hands-on e bottom-up, che si apre poi all'esplorazione della realtà secondo il paradigma della complessità; ii) la valorizzazione della logica come strumento di conoscenza critica; iii) la volontà di sviluppare negli studenti un approccio "a rete" dell'apprendimento, in cui siano valorizzati gli spazi della metacognizione, la discussione e l'apprendimento fra pari.

Quindi il laboratorio e l'aula *tout court* devono essere un "luogo" dove si stimola curiosità e meraviglia, il pensiero critico e il metodo scientifico, si coinvolgono gli studenti in un lavoro condiviso e partecipato con altri. Quale situazione migliore per incentivare la creatività? La creatività non si esplicita solo nella sfera individuale, ma necessita di un "ambiente", di cooperazione e collaborazione. Inoltre, la creatività si sviluppa dal fare molte esperienze: più ricco è il bagaglio di esperienze, più abbondante è il materiale da elaborare, maggiore è la probabilità di fare collegamenti e di avere nuovi chiavi di lettura, di nuovo, in un'ottica metacognitiva.

Al fine di sviluppare in modo più approfondito alcune delle tematiche prima citate, nel seguito farò riferimento al documento denominato EXPERIMENTA, elaborato dal Comitato per lo sviluppo della cultura scientifica e tecnologica, reperibile sul sito istituzionale del MIUR¹, focalizzando solo alcuni degli aspetti affrontati come il concetto di continuità nel curriculum e il ruolo che assume il docente nella sua progettazione.

La continuità nella scuola

È indispensabile che il primo biennio delle superiori si ponga in continuità con la secondaria di primo grado, partendo da elementi di metodo e chiavi di lettura concettuali comuni per poi "esporre" tutti gli studenti a tutte le discipline scientifiche. È ovviamente importante che la matematica e le scienze sperimentali (biologia, chimica, fisica, ecc.) comincino a costruire il linguaggio della disciplina e il suo

impianto epistemologico. Al tempo stesso l'uso attivo e non meramente dimostrativo del laboratorio e delle nuove tecnologie deve abituare lo studente a esplorare i fenomeni, imparando a osservarli e a descriverli con un linguaggio adeguato, utilizzando concetti già in suo possesso e sviluppando nuove conoscenze.

Quindi, il primo biennio, considerata la giovane età degli studenti e la sua caratteristica di scuola dell'obbligo, è lo spazio "naturale" per sviluppare in modo sistematico la pratica della laboratorialità, affrontando problemi che siano da un lato adeguati alle conoscenze e alle capacità di apprendimento dei ragazzi e dall'altro capaci di suscitare stupore e meraviglia, interesse per qualcosa di nuovo, sia nel contenuto sia nel metodo: quest'approccio, *curiosity-driven* o *inquiry-based*, bene si adatta alle applicazioni della scienza e della tecnologia alla vita quotidiana. La progettazione, realizzazione e sperimentazione di percorsi didattici che insegnino a "pensare" e "fare" la scienza renderanno lo studente sempre più autonomo e consapevole, già alla fine del percorso dell'obbligo, nel "maneggiare" il metodo scientifico, grazie al suo ruolo attivo nel processo di apprendimento. Questi percorsi didattici devono inoltre tenere in debito conto alcuni elementi innovativi che cominciano a essere abbastanza diffusi, dopo una fase di sperimentazione, in diversi paesi: l'apprendimento grazie all'interazione tra pari; la valorizzazione della formazione/informazione ottenuta in ambiti non formali, informali e, ancor di più, in ambiti multimediali.

È auspicabile quindi che il primo biennio delle superiori svolga una funzione orientativa pluridisciplinare. A parte rare ed encomiabili situazioni, a livello di sistema appare raramente presente un'impostazione orientativa della didattica. Nel caso specifico delle materie scientifiche del primo biennio, rendere orientativo il loro insegnamento significa anche sottolineare il rapporto con gli altri settori della scienza, evidenziandone gli aspetti metodologici comuni, in una logica di dialogo e integrazione tra le diverse discipline scientifiche. A completamento di questo, c'è un altro aspetto cui prestare attenzione: il principio di uguaglianza di tutti i cittadini dei paesi membri dell'Unione Europea, che, quindi, devono avere la stessa istruzione di base. In questo contesto nascono i "livelli essenziali delle prestazioni"² e gli assi culturali che definiscono i "contenuti minimi essenziali" per uno sviluppo autonomo della persona. Questo porta immediatamente a discutere quali competenze la scuola debba fornire perché gli studenti acquisiscano, già alla conclusione del primo biennio, una piena e consapevole "cittadinanza scientifica".

L'impianto del curriculum del riordino, unitario nella sua struttura, consente, in particolare nel triennio, di utilizzare proficuamente la quota di flessibilità per estendere il principio di opzionalità con indubbi vantaggi, dall'arricchimento vocazionale all'orientamento formativo, alla conseguente facilitazione della scelta post-secondaria, verso l'università, l'istruzione tecnica superiore, il mondo del lavoro. Dopo l'obbligo, conclusosi alla fine del primo biennio con una impostazione "generalista", di esposizione a tutto campo - come detto - alle discipline scientifiche

¹ http://www.istruzione.it/web/istruzione/prot6555_11.

² Art. 117 del Titolo V della Costituzione Italiana.

(e alle materie previste dal curriculum tout court), diventa infatti auspicabile e opportuno favorire interessi specifici degli studenti, attraverso un potenziamento del curriculum in direzione scientifica e, complementariamente, in direzione umanistica o linguistica o tecnologica, a seconda della specificità dell'indirizzo di studi e delle esigenze dei singoli istituti e della loro utenza.

Si tratta di rendere praticabile una vera cultura della scelta per lo studente, offrendogli percorsi opzionali che gli consentano di coltivare interessi e seguire inclinazioni. Questa opzionalità, prassi ormai consolidata in molti paesi, valorizza l'autonomia scolastica ed è fondamentale per un raccordo operativo tra scuola, università e mondo del lavoro, e contribuisce alla costruzione di quella filiera istruzione-formazione-innovazione in grado di fornire ai nostri giovani piena competitività nel mercato globale. È insomma un modello di opzionalità che, all'interno dello stesso istituto o di reti di scuole, prevede da un lato sezioni con potenziamento delle discipline scientifiche (incremento delle ore settimanali di matematica, fisica, chimica e scienze), dall'altro, in altre sezioni e in modo complementare, il potenziamento delle "altre" discipline (dalle lingue classiche e la filosofia, alle lingue straniere, alla storia dell'arte, ecc.). Non si tratta tuttavia di una semplice operazione di ingegneria curricolare, ma della creazione di una nuova "area di laboratorialità" che, sfruttando lo spazio di flessibilità, ma a parità di monte-ore complessivo di curriculum, introduca realmente, in particolare nella licealità, un modo nuovo di fare lezione, orientato al conseguimento di competenze del "fare", sia che si tratti di approfondire discipline scientifiche, sia che invece, ma analogamente, si vogliano potenziare le "altre", in una unitarietà metodologica e concettuale che, valorizzando trasversalmente il problem-solving e l'approccio diacronico e critico, favorisca la crescita di una personalità "intera", capace di esercitare la sua "cittadinanza attiva".

La continuità dalla scuola all'università

L'insegnamento della matematica e delle discipline scientifiche dovrebbero continuare in linea con quanto fatto nel secondo biennio, approfondendo la disciplina e il suo linguaggio formale, allargandone il raggio d'azione sia ai campi di ricerca più moderni che alle discipline confinanti, ma soprattutto facendo vedere le applicazioni della disciplina alla vita quotidiana e la stretta relazione che intercorre tra scienza e tecnologia nella formazione di competenze dinamiche in contesti lavorativi sempre in evoluzione. Queste competenze devono essere acquisite in una logica di Lifelong Learning.

Tutto questo diviene particolarmente efficace, e, soprattutto, qualificante nell'ottica dell'opzionalità precedentemente discussa, solo se si propongono insegnamenti di elevata specializzazione rivolti a studenti che manifestino, indipendentemente dalla sezione di appartenenza, una spiccata attitudine ad approfondire conoscenze disciplinari e acquisire competenze specialistiche in un certo settore. Inoltre, si può certamente studiare la possibilità di differenziare questi insegnamenti tenendo conto della propensione degli studenti, probabilmente già manifestata, alla continuazione degli studi o all'inserimento nel lavoro. Sembra quindi fondamentale pensare all'erogazione di moduli di approfondimento di alcune discipline in orario curricolare, facendo di nuovo uso della

flessibilità che l'autonomia didattica concede alle istituzioni scolastiche, espressamente concepito come "tempo condiviso" da scuole, aziende e università.

A tale scopo diventa estremamente innovativa la creazione, per esempio, di laboratori "aperti" dove aree della programmazione curricolare si possano strutturare in project work condivisi con realtà aziendali o universitarie nella logica del team work, soprattutto nella continuità dell'attività ordinaria, ma anche con quella dell'alternanza scuola-lavoro e dello stage universitario.

La coprogettazione con le partnership territoriali deve aiutare a calibrare la forbice tra conoscenze e competenze sui bisogni formativi della scuola per tutti gli indirizzi di studio (liceali, tecnici e professionali). A tale proposito si rammenta che lo spazio della coprogettazione può, al limite, interessare l'intero spazio delle opzioni, fondendo in un unico quadro lo spazio dell'autonomia con quello della flessibilità. Il percorso così costruito rappresenta il contesto nel quale si sviluppa il sistema di valutazione che, di concerto con la scuola, la partnership realizzerà al fine di produrre un'istruzione di qualità, spendibile sia nel mercato del lavoro sia negli studi post-diploma. Ci sono già esperienze che vanno in questa direzione. Per esempio, il Piano Lauree Scientifiche³ del MIUR ha proposto la realizzazione di laboratori di ricerca e progettazione didattica che vedono coinvolti insieme scuola, università e aziende nel progettare, realizzare, erogare e valutare questi laboratori. Il modello è stato ampiamente sperimentato su tutto il territorio nazionale e valutato con attenzione nel corso di questi anni da un Comitato Tecnico Scientifico del MIUR e da studi *ad hoc*⁴.

Per quanto riguarda gli stage, appare di particolare interesse incentivare la partecipazione a iniziative che vedano i ragazzi del quarto e quinto anno inseriti in programmi di stage presso strutture di ricerca universitarie e aziendali, di enti di ricerca pubblici o privati. L'esperienza dello stage dovrebbe offrire allo studente un percorso formativo su una determinata disciplina scientifica e sulle sue applicazioni. La metodologia vincente è certamente quella di inserire un gruppo di studenti motivati, magari insieme ai loro insegnanti di area scientifica, in veri e propri gruppi di ricerca attivi in settori moderni e innovativi della ricerca scientifica. Vivere una full immersion in autentici laboratori di ricerca, attrezzati con apparecchiature di avanguardia, utilizzare la tecnica "hands-on" che consente allo studente di padroneggiare il proprio apprendimento perché operando concretamente, con gli altri e per gli altri, scoprirà dove vuole arrivare e perché. Di conseguenza gli studenti lavoreranno principalmente in team, insieme a docenti e ricercatori, con l'obiettivo che l'apprendimento è una conquista che si ottiene con la ricerca. Lo studente deve diventare attore e protagonista del processo di apprendimento attraverso un'attività laboratoriale impostata come un vero e proprio lavoro di ricerca, che preveda: l'individuazione della research question su una specifica problematica; l'individuazione di metodi e misure; l'acquisizione dei dati; l'elaborazione di modelli interpretativi e l'interpretazione dei risultati. Questo è lo spirito che ha animato il progetto didattico degli *Stage a Tor Vergata*⁵, promosso dal MIUR (Direzione Generale per gli

³ <http://www.progettolaureescientifiche.eu>.

⁴ Si veda, per esempio, <http://www.progettolaureescientifiche.eu/lindagine-dellistituto-iard>.

⁵ www.stageatorvergata.it.

ordinamenti scolastici e per l'autonomia scolastica)" e che ha visto protagonisti gli studenti della scuola secondaria di secondo grado e i docenti e i ricercatori del Dipartimento di Fisica dell'Università di Roma Tor Vergata.

I docenti protagonisti della continuità

La formazione dei nuovi insegnanti avrà un impatto di sistema solo sulla scuola dei prossimi anni. La crescita professionale degli insegnanti in servizio appare quindi molto più urgente, anche alla luce della riforma del ciclo secondario superiore e della necessità di accompagnare una efficace attuazione delle nuove Indicazioni nazionali per i Licei e delle Linee Guida per gli Istituti Tecnici e Professionali.

I percorsi e le attività per la crescita professionale degli insegnanti devono costituire elementi caratterizzanti della professione docente. Seguirli deve far parte di un piano strutturato e articolato in termini di obiettivi di breve e medio periodo che, pur nel rispetto di autonomie e specificità, possa definire a livello nazionale standard condivisi per una formazione di qualità. È necessario assicurare sia l'approfondimento disciplinare, culturale e scientifico, sia l'acquisizione di nuove competenze didattiche e metodologiche, con l'obiettivo di:

- acquisire dimestichezza scientifica e metodologica con il laboratorio e con la "laboratorialità";
- diminuire la separatezza delle discipline, aumentandone la superficie di contatto sia nell'insegnamento curricolare sia nella realizzazione di percorsi specifici;
- contestualizzare le varie scoperte scientifiche dal punto di vista storico e filosofico, rendendo chiaro il percorso fortemente non-lineare che ha portato da un lato alle "scoperte scientifiche" e, dall'altro, alle loro applicazioni;
- familiarizzarsi con gli sviluppi più recenti delle discipline per coinvolgere i ragazzi più motivati su argomenti di frontiera.

Questi obiettivi non si possono raggiungere senza l'impegno e la responsabilizzazione individuale di ciascun insegnante, che ripensa l'insegnamento-apprendimento dei saperi disciplinari non riducendo gli obiettivi d'insegnamento, ma, piuttosto, adattandoli all'apprendimento. In questo processo il docente si trova naturalmente a dover riconfigurare il suo ruolo professionale, riequilibrando e anche dilatando le sue competenze. È pertanto necessario accompagnare questo processo con azioni coordinate e certificate, finalizzate al miglioramento della pratica dell'insegnamento, motivate da una progettualità solida e condivisa, che si svolgano nella dimensione della ricerca, sia disciplinare sia didattica. Rifacendosi alle esperienze maturate da Indire, la formazione non deve riproporre l'idea di "corso", ma piuttosto quella, appunto, di "accompagnamento" in servizio, per valorizzare le esperienze e per creare le condizioni di un cambiamento sul quale riflettere insieme. La

creazione di ambienti - ispirati all'idea delle comunità di pratica - nei quali gruppi d'insegnanti condividono percorsi operativi e mettono in comune i saperi sviluppati nella pratica professionale può riuscire a intercettare e sviluppare la cosiddetta "conoscenza tacita".

Un esempio didattico di raccordo scuola-università e di orientamento formativo

Antonio Scinicariello

Referente MIUR per gli A.A. 2011/2012 e 2012/2013

Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca

Dipartimento per l'Istruzione

Direzione Generale per gli Ordinamenti Scolastici e per l'Autonomia Scolastica

Uno degli obiettivi prioritari del secondo ciclo di istruzione del sistema scolastico del nostro paese è certamente quello di accompagnare lo studente, al termine del proprio percorso di studi, a un proficuo inserimento nel mondo del lavoro e delle professioni, alla frequenza dei percorsi di istruzione e formazione tecnica superiore e al proseguimento degli studi nelle facoltà universitarie.

In tale prospettiva le iniziative e le attività di orientamento costituiscono senza dubbio strumenti indispensabili per contribuire alla costruzione di percorsi personalizzati e per potenziare la capacità di scelta degli studenti al fine di individuare interessi e predisposizioni specifiche e favorire scelte consapevoli in relazione ad un proprio progetto personale.

Oramai da molti anni le azioni di orientamento e le iniziative di raccordo tra scuola - mondo delle professioni e del lavoro e tra scuola - università rappresentano una prassi consolidata nella maggior parte delle scuole secondarie superiori e vanno oltre gli aspetti puramente informativi. Esse infatti sono generalmente caratterizzate dalla realizzazione, in collaborazione tra scuola e imprese, tra scuole e università, di moduli formativi che si esplicitano prevalentemente attraverso la realizzazione di stage presso le aziende e le università. Esempi di questi anni sono rappresentati da stage realizzati nel settore industriale, nel settore economico e turistico, nel settore agrario e da molteplici modalità di raccordo tra il mondo universitario e la scuola tra cui si annovera il Progetto "Ponte" promosso dalla Direzione Generale degli Ordinamenti Scolastici e per l'Autonomia Scolastica del Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca. I moduli formativi hanno lo scopo di fornire a tutti gli studenti ulteriori strumenti utili per consentire loro una scelta motivata, cioè rapportata alle proprie reali capacità e aspirazioni. In particolare:

- per gli studenti che sono orientati verso l'inserimento immediato nel mondo del lavoro o verso proposte formative professionalizzanti in vista di una successiva transizione verso il lavoro, i moduli sono finalizzati a favorire la conoscenza delle situazioni lavorative, dei processi produttivi e delle innovazioni tecnologiche e a promuovere la cultura d'impresa;
- per coloro che intendono proseguire gli studi presso le facoltà universitarie, i moduli formativi rappresentano allo stesso tempo l'opportunità di conoscere, in un contesto operativo, temi, problemi e procedimenti caratteristici nei diversi

campi del sapere e la possibilità di misurare il proprio bagaglio di competenze attraverso l'autovalutazione, la verifica e il consolidamento delle proprie conoscenze, in relazione alla preparazione richiesta per i diversi corsi di studio.

La necessità quindi di assicurare una più completa e qualificata preparazione dei giovani, ha trovato riscontro negli anni scorsi in alcuni provvedimenti normativi emanati dal M.I.U.R. In particolare:

- la definizione dei percorsi di orientamento per la scelta dei percorsi finalizzati al lavoro;
- la definizione dei percorsi di orientamento per la scelta dei percorsi universitari.

Questi due provvedimenti sollecitano e impegnano direttamente le scuole ad attivare e realizzare percorsi di orientamento per la scelta dei successivi percorsi universitari, dei percorsi professionalizzanti oppure per l'avviamento al mondo del lavoro dei propri studenti. In particolare, per quanto riguarda la prosecuzione degli studi universitari, le azioni da sviluppare devono essere indirizzate a:

- realizzare appositi percorsi di orientamento finalizzati alla scelta, da parte degli studenti, di corsi di laurea universitari;
- potenziare il raccordo tra la scuola e le università ai fini di una migliore e specifica formazione degli studenti rispetto al corso di laurea

Con questi provvedimenti le azioni di orientamento sono attività istituzionali che ogni istituzione scolastica deve assicurare ai propri studenti. Esse, dall'essere prassi, diventano azioni di sistema!

In questo ambito l'iniziativa che, oramai da tre anni, vede impegnata l'Università "Tor Vergata" di Roma assieme alla Direzione Generale degli Ordinamenti Scolastici e per l'Autonomia Scolastica del M.I.U.R. rappresenta un eccellente esempio di raccordo scuola – università e un efficace strumento di orientamento formativo. Infatti il Progetto Didattico Nazionale denominato "Stage nelle Università" consente agli studenti di partecipare a laboratori finalizzati a valorizzare, anche con esperienze sul campo, le discipline tecnico-scientifiche, a fare esperienza di momenti significativi della vita universitaria e di misurarsi con un diverso contesto di studio e di lavoro. In particolare l'Università "Tor Vergata" di Roma mettendo a disposizione le proprie risorse, esperienze e conoscenze scientifiche e tecnologiche, nonché i relativi supporti didattici permette agli studenti e ai docenti, delle classi quarte delle scuole secondarie di secondo grado, di applicare le loro conoscenze e capacità in un contesto reale che consente lo sviluppo di attitudini mentali rivolte alla soluzione dei problemi e alla valutazione di esperienze di processo superando la tradizionale logica dell'attività pratica legata semplicemente alla dimostrazione concreta di principi teorici. Questa modalità operativa permette altresì di consolidare, in modo permanente, le conoscenze che lo studente già possiede, quindi disponibili e utilizzabili per individuare, attraverso una partecipazione attiva, possibili soluzioni a problemi concreti. L'elaborazione del progetto proposto dall'Università di Roma "Tor Vergata" è quindi un momento molto significativo del processo di formazione in quanto sollecita una collaborazione tra le due componenti: lo studente, non più spettatore passivo ma protagonista nel processo di apprendimento, e l'insegnante/ricercatore che non trasmette solo saperi ma facilita l'utilizzo degli stessi, appresi a scuola, e la loro applicazione a casi concreti.

Durante questa modalità formativa vengono inoltre stimolati un insieme di comportamenti dato che essa, contestualmente, abitua al lavoro di gruppo e richiede, allo studente, una flessibilità delle proprie capacità, l'assunzione di responsabilità, il rispetto dei compiti assegnati. Allo stesso tempo essa è anche un'attività didattica che assume una particolare rilevanza come strumento per favorire lo sviluppo di competenze più alte per gli studenti, consentendo di approfondire il loro grado di conoscenze e misurare le loro capacità di analisi, di riflessione e di proposizione. All'Università "Tor Vergata" di Roma va il riconoscimento per il notevole impegno profuso e per l'opera svolta per il mondo della scuola. Attraverso lo sviluppo del Progetto, che in questo ultimo anno ha interessato un considerevole numero di studenti, visto il coinvolgimento di altri tre atenei italiani - Università dell'Aquila, Università di Camerino, Università della Calabria - coordinati dall'Università "Tor Vergata" di Roma, e con la realizzazione delle attività previste dal progetto stesso si concorre a perseguire l'obiettivo comune di migliorare e di innalzare il livello di apprendimento degli studenti e la diffusione della cultura tecno-scientifica.

Il circolo virtuoso di istruzione, ricerca e formazione nella cultura scientifica

Liù M. Catena

Project manager degli *Stage a Tor Vergata*

Centro di Ricerca e Formazione permanente per l'insegnamento delle discipline scientifiche,
Università degli Studi di Roma Tor Vergata

Leggendo il messaggio di posta elettronica che oggi¹ ho ricevuto ho deciso di modificare l'incipit del mio contributo e di ribaltare, almeno parzialmente, la successione degli argomenti che andrò a trattare. Riporto una parte del testo: "... insegno Scienze naturali al Liceo "Luigi Stefanini" di Mestre e ho accompagnato tre studenti allo Stage Estivo di Tor Vergata nel giugno di quest'anno. Ho partecipato al lavoro del modulo "Materiali per la conversione fotovoltaica" e vorrei riproporlo agli studenti della mia quinta tecnologico nell'ambito dell'area di progetto *Energia solare e risparmio energetico*, perché è decisamente coerente con i contenuti curricolari".

Il primo pensiero è stato: "Benissimo! il nostro lavoro ha favorito un reciproco scambio, ha facilitato il dialogo, ha ridotto le distanze tra scuola superiore e università. L'insegnante ha raccolto l'invito del nostro progetto a sperimentare, testare e realizzare nella propria scuola modalità organizzative e didattiche, incentrate sulla pratica del "laboratorio", che possano essere declinate all'interno delle attività curricolari e che introducano efficaci cambiamenti al panorama scolastico odierno".

L'insegnante sta comunicando che, in orario curricolare, ha scelto di riportare in classe quanto appreso nei laboratori di ricerca del Dipartimento di Fisica, dell'Università di Roma Tor Vergata, facendo uso della flessibilità che l'autonomia didattica riconosce alle istituzioni scolastiche: vale a dire percorsi di approfondimento disciplinare da contestualizzare nel cosiddetto "tempo condiviso" da scuole, aziende e università. *Project work* ideati con lo scopo di svecchiare, modernizzare la didattica e consentire agli studenti di "mettere" le mani e la testa dentro specifici problemi.

Il *project work* di nostra proposta, gli *Stage a Tor Vergata*², la cui sperimentazione e realizzazione è rappresentata in questo libro, costituisce un vero e proprio "ponte" tra la scuola e l'università, le quali debbono oramai presentarsi come un sistema a rete, con correlazioni che consentano il superamento delle antiche e reciproche chiusure che hanno per anni ostacolato un'efficace comprensione e trasformazione della realtà. Pertanto il progetto in questione trova una naturale collocazione nell'attuale e vivace dibattito riguardo il ruolo della scuola nella società della conoscenza. In essa l'istruzione ha una funzione strategica e il rapporto tra la scuola, l'università

¹ E-mail del 10 dicembre 2012.

² www.stageatorvergata.it.