

How to build an educational bridge

How can school pupils be introduced to materials science and nanotechnology? Pierfrancesco Riccardi and Claudio Goletti illustrate the advantages of extracurricular activities designed by researchers and teachers.

Working in outreach programmes run by our physics departments, we have learnt that pupils in secondary schools know very little about materials science and nanotechnology. There are various educational resources on these subjects for students and teachers (www.materialsworldmodules.org; www.pls.scienzamateriali.unimib.it) but because the topics are not included in Italian national curricula, they are usually covered only briefly within the context of more standard disciplines such as physics and chemistry.

A step forward has been the introduction of materials science — also encompassing nanotechnology — in secondary education as the subject of a specific programme within the ‘Piano Nazionale Lauree Scientifiche’ (PNLS), an initiative by the Italian ministry of education and research that aims to create connections between school and university. The programme entails the design of teaching projects centred around cutting-edge research co-designed by academics and teachers (P. Riccardi, *Science* **354**, 674; 2016). These projects have been highly appreciated by both students and teachers. Unfortunately, despite their success, we believe that these projects are still too sporadic and isolated.

The experience of the PNLS suggested an effective way to expose pupils to nanotechnology: an after-school programme launched by the Liceo Scientifico ‘E. Fermi’ in Cosenza in September 2016, in close collaboration with the Department of Physics of the University of Calabria. A group of 14-year-old pupils attended an extracurricular course focused on materials science. For its first year, this course of ‘Physics and Materials Science Technologies’ lasted for 40 hours, the same duration as the formal physics course. The aim is to eventually extend the course to the five years of secondary school in Italy. The initiative has now been extended to the Liceo ‘G. Berto’, in the town of Vibo Valentia and to the Liceo ‘C. Darwin’ in Rome, in collaboration with the bachelor’s degree course in materials science of the University of Rome—Tor Vergata.

The contents are primarily based on laboratory activities and are developed in strict collaboration between university researchers and school teachers. The importance of physics and materials



The programme coordinator, Rosa Tucci, and students from the Liceo ‘E. Fermi’, in the laboratory of the University of Calabria’s physics department. Photo courtesy of Daniela Miano.

technologies from the historical, social and economic point of view is also addressed, so that students receive a complete ‘Science Education for a Responsible Citizenship’ (as recommended in the 2015 Report to the European Commission of the Expert Group on Science Education; <http://go.nature.com/2yKpdak>). After the first year, it has become clear that a strength of the initiative is its non-formal character. The great advantage of non-formal programmes is that they are freely chosen by the students and have an open curriculum that can respond to their and their teachers’ interests. For this reason, the programme does not involve exams or assessments, as improving school performance is not a primary aim. Our first goal is to improve students’ attitude towards nanoscience, and we expect that the students will learn the value of both scientific collaboration and competition from their social interactions in a participatory setting. The role of scientists in this environment is crucial, as they can bring up-to-date scientific topics into schools, transmitting to pupils the methodology and the mindsets of the scientific research process. Some of the activities are performed in the university laboratory (pictured). We believe that attending a university environment regularly

during school time will make students more prepared when they have to move to higher education levels.

Secondary education is facing the challenge of an increasing amount of scientific knowledge in a research- and innovation-rich environment. Because emerging technologies cannot yet play an established part in formal school curricula, we have developed a bottom-up approach based on collaboration between schools and university departments operating in the same local context. The idea is simple, feasible and can be easily replicated and adapted, because flexibility in school programmes and schedules is currently being introduced in many educational systems worldwide. We hope that our initiative will serve as an inspiration for similar ones that could lead to a structural and long-term inclusion of nanoscience in secondary education. □

PIERFRANCESCO RICCARDI is at the Dipartimento di Fisica, Università della Calabria, Via P. Bucci, 87036 Rende (CS), Italy. **CLAUDIO GOLETTI** is at the Dipartimento di Fisica, Università di Roma ‘Tor Vergata’, Via della ricerca scientifica, 1-00040 Roma, Italy. e-mail: pierfrancesco.riccardi@fis.unical.it; goletti@roma2.infn.it

Come costruire un ponte didattico

Come può essere presentata Scienza dei materiali e nanotecnologia agli studenti delle scuole secondarie? **Pierfrancesco Riccardi** e **Claudio Goletti** illustrano i vantaggi delle attività extracurricolari progettate da ricercatori e insegnanti.

Lavorando nei programmi di sensibilizzazione gestiti dai nostri dipartimenti di Fisica, abbiamo appreso che gli studenti delle scuole secondarie conoscono molto poco di Scienza dei materiali e nanotecnologie. Ci sono varie risorse didattiche su queste materie per studenti e insegnanti

(www.materialsworldmodules.org;
www.pls.scienzamateriali.unimib.it)

ma poiché i temi non sono inclusi nei curriculum nazionali italiani, essi di solito sono trattati solo brevemente all'interno di discipline più comuni come Fisica e Chimica.

Un passo avanti è stato fatto grazie all'introduzione nell'istruzione secondaria di scienza dei materiali – che comprende anche nanotecnologia – come materia di un programma specifico all'interno del “Piano Nazionale Lauree Scientifiche” (PNLS), un'iniziativa del Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca italiano che ha lo scopo di creare connessioni fra la scuola e l'università. Il programma prevede la pianificazione di progetti didattici centrati sulla ricerca all'avanguardia e coordinati da accademici e insegnanti (P. Riccardi, *Science* **354**, 674; 2016). Questi progetti sono stati altamente apprezzati sia dagli studenti che dagli insegnanti. Purtroppo, nonostante il loro successo, crediamo che questi progetti siano ancora troppo sporadici



La coordinatrice del progetto, prof.ssa Rosa Tucci, e gli studenti del Liceo “E. Fermi” nel laboratorio del Dipartimento di Fisica dell'Università della Calabria. Per gentile concessione di Daniela Milano.

e isolati.

L'esperienza del PNLS ha suggerito un modo efficace di esporre gli alunni alle nanotecnologie: un programma dopo l'orario scolastico lanciato dal Liceo Scientifico “E. Fermi” di Cosenza nel settembre 2016, in stretta collaborazione con il Dipartimento di Fisica dell'Università della Calabria. Un gruppo di studenti di 14 anni ha frequentato un corso extracurricolare focalizzato su scienza dei materiali. Per il suo primo anno, questo corso di “Fisica e Tecnologia di Scienza dei Materiali” è durato 40 ore, la stessa durata di un corso di Fisica formale. Lo scopo è estendere quanto prima il corso ai cinque

anni di scuola secondaria in Italia. Adesso l'iniziativa è stata estesa al Liceo “G. Berto” della città di Vibo Valentia e al Liceo “C. Darwin” di Roma, in collaborazione con il corso di laurea triennale in Scienza dei Materiali dell'Università di Roma – Tor Vergata. I contenuti sono principalmente basati su attività laboratoriali e sono sviluppati in stretta collaborazione fra ricercatori universitari e insegnanti di scuola. L'importanza della fisica e delle tecnologie dei materiali è anche affrontato dal punto di vista storico, sociale ed economico affinché gli studenti ricevano una completa “Educazione Scientifica per una Cittadinanza Responsabile” (come

raccomandato nel Rapporto 2015 alla Commissione Europea del Gruppo Esperto sulla Educazione Scientifica, <http://go.nature.com/2yKpdak>). Dopo il primo anno, è diventato chiaro che una forza dell'iniziativa è il suo carattere non formale. Il grande vantaggio dei programmi non formali è che sono liberamente scelti dagli studenti e hanno un curriculum aperto che può rispondere ai loro interessi e a quelli dei loro insegnanti. Per questa ragione, il programma non prevede esami o valutazioni poiché migliorare il rendimento scolastico non è uno scopo primario. Il nostro primo obiettivo è migliorare l'atteggiamento degli studenti verso la nanoscienza, e noi ci aspettiamo che gli studenti imparino, dalle loro interazioni sociali in un ambiente partecipativo, il valore sia della collaborazione scientifica che della competizione.

Il ruolo degli scienziati in questo ambiente è cruciale, poiché essi possono portare temi scientifici aggiornati nelle scuole,

trasmettendo agli studenti la metodologia e la mentalità del processo di ricerca scientifica. Alcune delle attività sono eseguite nel laboratorio dell'università (v. foto). Crediamo che frequentare un ambiente universitario regolarmente durante il periodo scolastico permetterà agli studenti di essere più preparati quando essi dovranno muoversi verso i livelli più alti di istruzione. L'istruzione secondaria sta affrontando la sfida di una quantità crescente di conoscenza scientifica in un ambiente ricco di innovazione e ricerca. Poiché le tecnologie emergenti non possono ancora avere un ruolo preciso nei curriculum scolastici formali, abbiamo sviluppato un approccio dal basso verso l'alto basato sulla collaborazione fra scuole e dipartimenti universitari che operano nello stesso contesto locale.

L'idea è semplice, fattibile e può essere facilmente replicata e adattata perché la flessibilità nei programmi e negli orari scolastici si sta attualmente introducendo in molti sistemi educativi di tutto il mondo. Speriamo che la nostra iniziativa servirà come ispirazione per casi simili che potrebbero portare a un'inclusione strutturale e a lungo termine della nanoscienza nell'istruzione secondaria.

PIERFRANCESCO RICCARDI è al Dipartimento di Fisica, Università della Calabria, Via P. Bucci, 87036 Rende (CS), Italia.

CLAUDIO GOLETTI è al Dipartimento di Fisica, Università di Roma "Tor Vergata", Via della ricerca scientifica, 1-00040 Roma, Italia.

e-mail:

pierfrancesco.riccardi@fis.unical.it;
goletti@roma2.infn.it

Tradotto da Fabiola Salerno
fabiolasalerno@gmail.com

NATURE NANOTECHNOLOGY | VOL 12 | NOVEMBRE 2017 | www.nature.com/naturenanotechnology

© 2017 Macmillan Publishers Limited, part of Springer Nature. All rights reserved.