

Maria De Nicola^(1,2), Vera Montalbano^(1,3,4)

⁽¹⁾ Sezione AIF, Siena

⁽²⁾ ITT Monna Agnese, Siena

⁽³⁾ Università degli Studi di Siena, Siena

⁽⁴⁾ INFN sezione di Pisa, Pisa

RadioLab: tra laboratorio e società

Sommario

Alcuni argomenti di fisica moderna raramente sono inseriti nella didattica con un approccio sperimentale. Il progetto RadioLab dell'INFN propone da oltre un decennio un'occasione per introdurre la fenomenologia nucleare in modalità interdisciplinare anche in classi e istituti dove di solito l'insegnamento della fisica si limita ad argomenti di fisica classica. Il progetto di solito si svolge con attività distribuite su due anni scolastici coinvolgendo quando possibile anche insegnanti di altre discipline. Si descrive l'esperienza in un Istituto Tecnico Tecnologico per le Biotecnologie (articolazione ambientale), nel quale il tema del radon è argomento di Fisica Ambientale. L'esperienza è stata realizzata prima e durante la pandemia, evidenziando la possibilità di far interagire gli studenti anche da remoto, realizzando alcuni aspetti laboratoriali in presenza nei laboratori della scuola o universitari, o ancora durante una scuola del progetto nazionale a cui hanno partecipato alcuni studenti e il docente.

1. Introduzione

Il tema dell'inquinamento da radon permette di introdurre i fenomeni nucleari in un contesto legato a un problema di sanità pubblica dove è necessario eseguire misure articolate e di una certa complessità. L'Organizzazione Mondiale della Sanità lo individua [1] come un problema di rilevanza epidemiologica con una serie di studi che portano a raccomandare una politica di indirizzo sovranazionale che limiti l'inquinamento *indoor* di radon. Da oltre un decennio l'INFN propone un percorso sulla misura della concentrazione di radon alle scuole. Dal 2017 uno degli autori (VM) partecipa al progetto RadioLab diventandone in seguito il referente per la sezione INFN di Pisa. Fin da subito la potenzialità formativa è stata presentata nella sezione AIF e alla rete di insegnanti del PLS. La complessità e la durata del coinvolgimento degli studenti per ottenere risultati significativi per la didattica della fisica hanno indirizzato alcuni insegnanti verso altri percorsi PCTO per le loro classi. Alcuni invece hanno trovato invece gli aspetti interdisciplinari e laboratoriali particolarmente adatti ai propri studenti.

Nel seguito descriviamo brevemente le potenzialità del progetto, gli aspetti formativi per studenti e insegnanti come sono emersi nelle varie attività negli ultimi anni e l'esperienza diretta di uno degli autori (MDN).

2. RadioLab: la radioattività "nascosta"

Il radon è l'unico gas nobile prodotto dalle catene di decadimento naturali ed è radioattivo, oltre che inodore, incolore e insapore. La sua concentrazione in atmosfera è compatibile con lo sviluppo e l'evoluzione della vita sul pianeta ma in tempi recenti è emersa la sua pericolosità per la salute se si accumula in ambienti chiusi dove si soggiorna per lunghi periodi (inquinamento *indoor*). Come emettitore di raggi α , se decade nei polmoni, danneggia le cellule localmente e soprattutto i nuclei prodotti nel

decadimento si accumulano nei polmoni diventando a loro volta una sorgente interna di radiazioni ionizzanti che possono causare tumore polmonare (fattore di rischio principale dopo il fumo).

Le analisi epidemiologiche sono state all'origine delle politiche sovranazionali consigliate dall'OMS e adottate dall'Unione Europea per ridurre l'inquinamento da radon. Dal punto di vista sociale però le scelte adottate risultano incomprensibili a una popolazione che poco sa di radioattività e nulla di radon.

Il progetto RadioLab vuole sensibilizzare gli studenti in quanto futuri cittadini a questa problematica attraverso varie azioni interdisciplinari ma con l'obiettivo primario di fare realizzare una misura di concentrazione di radon in ambienti di vita quotidiana. Le sezioni INFN che seguono il progetto nelle scuole locali sono distribuite su tutto il territorio nazionale (vedi fig. 1) e recentemente si è aperta una sezione dedicata alle scuole nelle isole minori (ISORAD attiva a Lampedusa, Ischia e Carloforte).

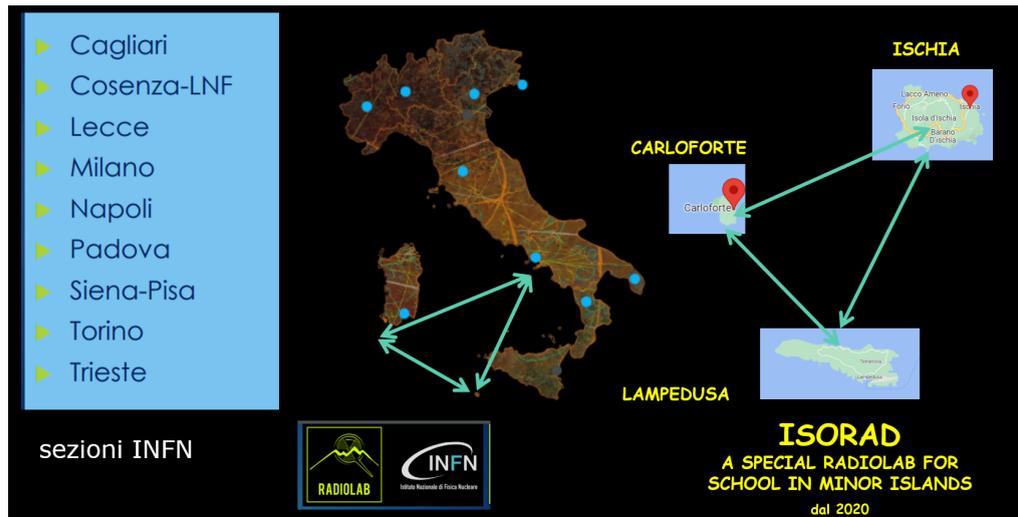


Figura 1- RadioLab, un progetto diffuso sul territorio nazionale.

Per coinvolgere pienamente tutti gli studenti si creano occasioni comunicative (sondaggio fatto dai ragazzi in famiglia, a scuola, in eventi scientifici e non, sulla conoscenza del problema radon - vedi fig. 2) in cui gli studenti si organizzano e illustrano la problematica con materiale scelto da loro.

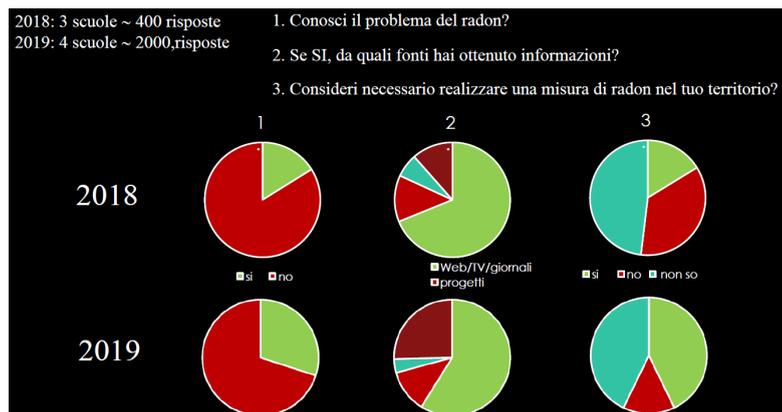


Figura 2 - Sondaggio 2018- 2019 a confronto in scuole senesi e grossetane.

Dopo una serie di seminari in cui si introducono i fenomeni nucleari (che nelle ultime edizioni si è arricchito con elementi sugli usi bellici e civili dell'energia nucleare) e come si può misurare il radon, si propone agli studenti di progettare una campagna di misure nel loro territorio utilizzando dosimetri passivi che richiedono tempi di esposizione da alcuni mesi fino a un anno. La loro proposta viene discussa con gli insegnanti di riferimento per poi passare alla fase operativa di preparazione dei dosimetri (fig. 3),

inserimento e posizionamento delle camere di diffusione negli edifici. Al termine dell'esposizione i dosimetri vengono sostituiti, sviluppati nel laboratorio di chimica e quindi analizzati al microscopio campionando le tracce per poi ottenere una misura attraverso l'analisi statistica dei dati raccolti.



Figura 3 – Preparazione dei dosimetri in una scuola montana (ITIS Avogadro, Abbadia San Salvatore – SI).

Alcune attività sono comuni a tutte le sedi, in particolare il sondaggio, il *Radon day* (evento pubblico di presentazione alle scuole del progetto e dei risultati dell'anno precedente in occasione del compleanno di Marie Curie) e la scuola estiva (un esempio di attività in fig. 4), le cui edizioni si sono interrotte per la pandemia.



Figura 4 – Studenti e insegnanti che eseguono una misura di radon sull'Etna (ETNARADIOLAB Summer School 2019).

Le misure realizzate con dosimetri passivi esposti per almeno 4-6 mesi richiedono di realizzare un'abrasione chimica dei dosimetri (fino al 2019 realizzata dagli studenti nei laboratori delle scuole e dal 2020 in quelli universitari) per rendere visibili le tracce dei raggi α , l'osservazione al microscopio ottico e un'analisi statistica del campionamento fatto sui dosimetri di taratura e su quelli esposti per determinare la concentrazione di radon.

Le attività del progetto permettono un potenziamento culturale degli insegnanti sui fenomeni nucleari e sulle tecniche di misura del radon, mostrano un percorso di fisica moderna possibile attraverso attività laboratoriali anche complesse e si prestano a molteplici approfondimenti disciplinari (chimica, matematica, scienze, storia recente e contemporanea). Gli aspetti legati all'uso civile e bellico dell'energia nucleare sono inoltre un'occasione per approfondire il legame tra scienza e società, soprattutto nelle

dinamiche del secolo scorso con connessioni all'attualità più recente, e costituiscono un ottimo argomento da trattare per l'educazione scientifica in un'ottica di cittadinanza attiva.

3. L'esperienza in un Istituto Tecnico Tecnologico per le Biotecnologie

L'ITT Monna Agnese di Siena partecipa fin dal 2018 alle attività Radiolab con una o più classi dell'indirizzo Biotecnologico (articolazione ambientale). Gli studenti hanno partecipato a percorsi biennali e si pensava di anticipare al terzo anno l'inizio del progetto per realizzare le misure l'anno successivo senza sovrapporsi alla preparazione dell'esame conclusivo del percorso di studi.



Figura 5 – Studente nel laboratorio di biologia che conta le tracce in un dosimetro.

Prima della pandemia le attività laboratoriali sono state realizzate nei laboratori di chimica e di biologia della scuola (fig. 5). Durante la pandemia invece i seminari sono stati svolti in modalità telematica e anche le misure sono state realizzate sulle immagini prese al microscopio ottico utilizzando una videocamera (fig. 6). Gli studenti divisi in piccoli gruppi hanno conteggiato le tracce su alcune decine di immagini con cui è stato campionato ogni dosimetro, misurando prima l'area del campo di misura utilizzando un vetrino graduato, realizzando la calibrazione e infine la misura.

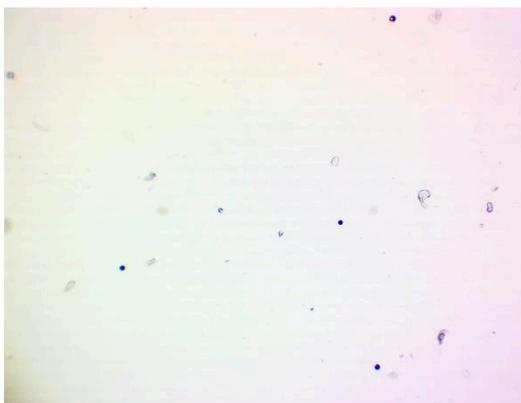


Figura 6 – Esempio di campionamento di un dosimetro (ingrandimento 100x) dove si possono distinguere le tracce sferiche in asse con la visuale, le tracce inclinate e altre impurezze ben distinguibili dalle tracce.

La possibilità di partecipare alla Spring School di Vibo Valentia sulle misure di radon in acque sorgive ha evidenziato ancor più l'interazione positiva tra pari durante le attività laboratoriali e i momenti di discussione. I risultati formativi sugli studenti sono stati evidenziati anche nella restituzione dell'esperienza in un evento pubblico a scuola (Convegno Monna's Science), durante il quale ogni alunno ha presentato la tematica e una delle misure realizzate durante l'anno scolastico, e nell'esposizione

dell'esperienza in occasione dell'Esame di Stato. In queste occasioni gli studenti hanno dimostrato di aver acquisito consapevolezza riguardo all'inquinamento da sostanze radioattive e ai possibili rischi per la salute.

4. Conclusioni

Il progetto RadioLab ha coinvolto in questi anni alcune decine di scuole nella Toscana del Sud, con alcune centinaia di studenti e decine di insegnanti impegnati nelle varie attività.

Tra le difficoltà incontrate si deve segnalare in alcune scuole la decisione della dirigenza scolastica contraria alla partecipazione di insegnanti e studenti interessati. Si può supporre l'esistenza di un pregiudizio nei confronti di fenomeni nucleari seppur naturali o, più probabilmente, il timore di avere misure vicine o oltre quelle ammesse dalla normativa, che in questi anni è diventata più restrittiva nell'adeguarsi ai regolamenti europei. In alcuni casi, anche l'assicurazione che le nostre misure non erano certificate, e quindi inutili da rispetto alle richieste normative, o che i dosimetri sarebbero stati esposti solo su base volontaria nelle case degli studenti o dei docenti ha permesso di superare questa opposizione.

In alcune scuole è emersa una potenzialità formativa per gli insegnanti di discipline scientifiche coinvolti su una tematica che diventa sempre più attuale e critica nella società contemporanea. Gli studenti coinvolti hanno sempre mostrato grande interesse, partecipando attivamente e con creatività alle attività proposte (per esempio realizzando uno stand alla Notte dei ricercatori o realizzando il sondaggio negli open day di orientamento delle scuole). La realizzazione dei laboratori in gruppi dove si è favorito l'apprendimento attivo tra pari [2], il coinvolgimento sia nella progettazione che nella realizzazione degli insegnanti e la possibilità di sviluppare competenze trasversali di interazione con le persone e comunicative rende questo percorso molto stimolante soprattutto nei casi in cui il docente riesce a calibrare i tempi di apprendimento adeguandoli alle esigenze degli studenti e all'organizzazione dei tempi scolastici. In tempi più recenti, l'attualità ha reso questo percorso ancora più interessante perché fornisce elementi scientifici, storici ed etici su cui riflettere.

[1] World Health Organization. (2009). WHO handbook on indoor radon: a public health perspective. World Health Organization. whqlibdoc.who.int/publications/2009/9789241547673_eng.pdf

[2] V. Montalbano, Formazione attiva per il laboratorio di Fisica *Giornale di Fisica*, LXIII PLS-Fisica-SPI 2022, p. 163