

ALMA MATER STUDIORUM • UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

**Scuola di Scienze
Corso di Laurea in Fisica**

**Educazione scientifica ed educazione
alla sostenibilità:
una analisi di proposte didattiche**

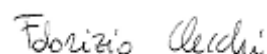
Relatore:

Prof. ssa Barbara Pecori



Presentata da:

Fabrizio Checchi



Sessione II

Anno Accademico 2012/2013

PRESENTAZIONE

Da alcuni anni a questa parte, le questioni ambientali, climatiche ed energetiche sono diventate una delle priorità nelle scelte politiche della nostra società e l'educazione alla sostenibilità è diventato un tema di attualità anche nella scuola italiana. Sono infatti in continuo aumento le proposte educative e i programmi di informazione mirati appunto a stimolare l'interesse e la partecipazione dei cittadini riguardo a queste tematiche. L'analisi che verrà proposta nel corso di questa tesi porrà l'attenzione sull'educazione alla sostenibilità, inserendola però in un contesto più vasto di educazione scientifica.

La tesi viene articolata in quattro capitoli:

- Nell'introduzione viene contestualizzata l'educazione alla sostenibilità all'interno dell'educazione scientifica, facendo riferimento a proposte europee e illustrando i principali problemi da affrontare nell'insegnamento scolastico sui temi della sostenibilità.
- Nel primo capitolo vengono presentati tre progetti educativi che sono stati effettuati in Italia nella scuola secondaria superiore. Il loro obiettivo è stato di educare gli studenti alla sostenibilità ambientale attraverso l'acquisizione di conoscenze scientifiche.
- Nel secondo capitolo ciascuna proposta viene analizzata sotto tre aspetti differenti: la strategia scelta per coinvolgere gli studenti, l'attenzione che viene posta al rapporto scienza-società, l'immagine risultante che si ha della fisica. Per ognuna di queste tematiche viene fatta anche una breve introduzione basata sulla letteratura di ricerca in didattica della fisica.
- Nel terzo capitolo, infine, vengono riesaminate le proposte singolarmente e se ne evidenziano i punti di forza e i punti critici, con lo scopo di individuare una tipologia di progetto più generale a cui esse appartengono, fornendo così un esempio delle potenzialità dell'analisi effettuata.
- Nella parte finale della tesi viene messo alla prova il metodo di analisi messo a punto per questo lavoro, utilizzandolo per individuare le caratteristiche di un recente

progetto di educazione alla sostenibilità, tuttora in corso, e vengono fatte considerazioni personali sul lavoro svolto e sulla sua utilità come strumento di progettazione e di scelta dell'insegnante.

Negli Appendici, infine, sono riportate alcune informazioni aggiuntive relative ai progetti realizzati.

INDICE

INTRODUZIONE

Capitolo I

ALCUNE PROPOSTE DIDATTICHE PER L'EDUCAZIONE ALLA SOSTENIBILITÀ

- | | | |
|------------|--------------------------------------|----|
| 1.1 | La proposta di Eniscuola | 5 |
| 1.2 | La proposta dell'Università di Pavia | 7 |
| 1.3 | Il progetto YEP! | 10 |

Capitolo II

ANALISI DELLE POTENZIALITÀ EDUCATIVE DELLE PROPOSTE

- | | | |
|------------|---|----|
| 2.1 | Le strategie di coinvolgimento degli studenti | 13 |
| 2.2 | Come viene trattato il rapporto scienza-società | 16 |
| 2.3 | Quale immagine della fisica? | 17 |

Capitolo III

LE PROPOSTE A CONFRONTO: PUNTI DI FORZA E CRITICITÀ

CONCLUSIONI 27

BIBLIOGRAFIA 30

APPENDICI 31

INTRODUZIONE

Negli ultimi anni, sia in Italia che in Europa, è aumentata la preoccupazione per il calo di interesse degli studenti per le discipline scientifiche evidenziato da una diminuzione del numero di iscritti ai corsi di fisica e matematica. In particolare, questo fenomeno è stato molto marcato nei paesi industrializzati e tecnologicamente più avanzati (Sjøberg, 2008). Come si può spiegare una simile situazione? Innanzitutto, ai cambiamenti radicali a cui è andata recentemente incontro la società non ha corrisposto un rinnovamento del metodo e dei criteri di insegnamento delle materie scientifiche nelle scuole. I programmi scolastici di fisica in Italia, ad esempio, sono rimasti immutati per molti anni, non essendo più in grado di stimolare o catturare sufficientemente l'attenzione degli studenti di oggi. Si intuisce quindi la necessità di introdurre un cambiamento: “ More attempts at innovative curricula and ways of organising the teaching of science that address the issue of low students motivation are required.”(Osborne e Dillon, 2008). Si può perciò supporre che le esigenze degli studenti siano cambiate rispetto al passato. L'insegnamento non ha saputo adattarsi ai cambiamenti e ora la società si trova di fronte ad una crisi di educazione scientifica. Tuttavia agire sui metodi di insegnamento scolastici non è sufficiente: per riportare l'attenzione alle materie scientifiche è necessario anche rinnovare il volto che viene dato fin dai primi anni di scuola alla scienza stessa e agli obiettivi che l'insegnamento si propone. “The primary goal of science education across the EU should be to educate students both about the major explanations of the material world that science offers and about the way science works. Science courses whose basic aim is to provide a foundational education for future scientists and engineers should be optional.”(Osborne e Dillon, 2008). Non a caso in tutta Europa si stanno sviluppando molte iniziative e progetti che puntano proprio a ritrovare un equilibrio tra formazione scientifica e formazione individuale. Una educazione scientifica intesa nel senso più ampio del termine, infatti, ha anche sviluppi e implicazioni a livello sociale e culturale. In letteratura viene sottolineata la funzione che essa ha nella società intera: “the central role that science education can play in preparing citizens to engage in a context of civic

participation” (Dillon, 2012). Quindi la comunicazione e valorizzazione della scienza non sono certamente un problema limitato al contesto scolastico.

Essendo una questione così rilevante, le proposte di intervento spaziano da quelle con caratteristiche esclusivamente curricolari a quelle rivolte anche ad un pubblico più generale. Molte di queste proposte hanno come tema principale i gravi problemi ambientali ed energetici che negli ultimi anni hanno fatto sempre più discutere. Così facendo, si vuole certamente promuovere la diffusione dell'educazione scientifica ma, al contempo, riuscire a sensibilizzare la popolazione su queste tematiche per affrontare le quali è cruciale la partecipazione anche a livello individuale. Non a caso, infatti, i progetti che verranno analizzati in seguito sono un intreccio tra i due aspetti appena descritti: una valida educazione alla sostenibilità non può comunque prescindere dall'acquisizione di corrette conoscenze scientifiche, ed è anche vero che da una buona educazione scientifica si può sviluppare il senso dell'educazione alla sostenibilità.

Il problema della sostenibilità è diventato negli ultimi anni uno dei principali temi di discussione sia a livello socio-politico che scientifico, in quanto comprende fenomeni che hanno natura scientifica ma cause ed effetti anche a livello sociale. La prospettiva di una risoluzione di questi aspetti problematici parte innanzitutto dal coinvolgimento e dalla partecipazione dei cittadini. Fondamentale poi, diviene modificarne i comportamenti attraverso programmi e proposte specifiche. Questa questione è stata anche affrontata recentemente a livello politico: “Cambiare i comportamenti significa soprattutto informare e responsabilizzare gli individui sul valore della sostenibilità, attraverso percorsi formativi integrati e mirati” (Ministero dell'Ambiente e Ministero dell'Istruzione, 2009).

Ma come stimolare questo interesse che sembra mancare? Diverse sono state le iniziative e i progetti organizzati a livello non solo nazionale ma anche europeo per far fronte a una tale situazione. Di grande rilievo sono sicuramente quelli introdotti in ambito scolastico, come appunto le tre proposte che verranno analizzate nei prossimi capitoli, ma questa tipologia non è l'unica adottata. Sono stati realizzati progetti, come RACES¹, svolto in alcune città italiane e finanziato anche dalla

1 Raising Awareness Climate Energy Saving

Commissione europea, in cui il comune della città si impegnava a compiere una campagna di informazione e sensibilizzazione sui problemi del clima e dell'energia. Oppure il progetto europeo FUND², basato su un gioco di ruolo chiamato Play Decide, che organizza dibattiti e discussioni su temi scientifici e ambientali tra cittadini di tutta Europa, favorendo quindi anche la comunicazione tra diverse culture. Questi sono solo alcuni esempi, tra i tanti possibili, che mostrano come l'educazione alla sostenibilità sia attualmente un tema particolarmente importante e sentito anche a livello istituzionale.

Tra tutte le questioni che si possono considerare oggetto dell'educazione alla sostenibilità, i cambiamenti climatici e i rinnovamenti energetici sono quelle in cui le conoscenze scientifiche giocano un ruolo più significativo. La loro importanza e priorità sono riconosciute anche dalla Comunità Internazionale, come si evince dagli articoli del 2001 e del 2007 dell'IPCC³ (Besson, 2011). Questi temi appaiono perciò come i più indicati per essere oggetto di proposte ideate appositamente per le scuole, considerando questo contesto come il più adatto per un miglioramento delle conoscenze scientifiche e per un avvicinamento al problema della sostenibilità. In alcuni paesi europei, di conseguenza, è costantemente in crescita l'attenzione che vi viene posta: "Environmental questions are increasingly forming part of school science and technology curricula." (Sjøberg, 2008).

La scuola diviene quindi il luogo più importante per la divulgazione della scienza e la promozione della sostenibilità ambientale; proprio per questo motivo, è importante considerare quali sono i limiti e le difficoltà che potrebbero caratterizzare un percorso basato su questi temi.

Un'attenzione particolare deve essere data ai metodi di insegnamento e alle strategie educative che la ricerca in didattica delle discipline scientifiche ha individuato come più efficaci per superare alcune delle difficoltà di apprendimento degli studenti: esistono infatti preconcetti che impediscono o alterano la comprensione delle nozioni teoriche, e barriere cognitive che ostacolano il cambiamento concettuale e comportamentale. Per infrangere queste barriere, è

2 Facilitators Units Network for Debates

3 Intergovernmental Panel on Climate Change

necessario evitare l'eccessiva semplificazione del problema, che ne ridurrebbe l'interesse e la significatività, cercando piuttosto come fornire agli studenti le conoscenze di base che permettono loro di capire i fenomeni nella loro complessità. (Tasquier e Pongiglione, 2011).

In conclusione, l'educazione scientifica e l'educazione alla sostenibilità sono problemi che non riguardano la popolazione di un determinato paese o di una certa età. Sono questioni di livello globale, da affrontare con unità e coesione. Il rapporto che esiste tra le due non può risolversi nel semplice insegnamento dei classici programmi scolastici, ma deve essere approfondito e stimolato tramite proposte e iniziative mirate. I tre progetti che vengono mostrati di seguito sono appunto esempi emblematici di come il binomio scienza-sostenibilità possa essere affrontato in modi molto diversi tra loro, pur mostrando le proposte il medesimo intento: stimolare, tramite l'educazione scientifica, la sensibilità ad alcune tra le sfide più critiche del nostro tempo, quali il riscaldamento globale e il problema energetico.

ALCUNE PROPOSTE DIDATTICHE PER L'EDUCAZIONE ALLA SOSTENIBILITÀ

Verranno qui riassunte le caratteristiche di tre proposte educative che saranno oggetto dei confronti e delle analisi dei successivi capitoli. Di tali progetti, si daranno informazioni generali, ma comunque sufficienti per creare un quadro completo di quali siano le peculiarità che li contraddistinguono.

1.1 La proposta di Eniscuola

La prima proposta, dal titolo Lab4energy, è un progetto ideato dalla società energetica Eni con la collaborazione di Legambiente e della fondazione Enrico Mattei. Il settore di Eni che ha collaborato maggiormente è Eniscuola, un settore che cerca di informare gli studenti su temi di attualità legati all'energia e all'ambiente. Lab4energy è un innovativo esperimento di didattica che è stato effettuato tra gennaio e maggio del 2013: è stato eseguito on-line e fuori dalle ore scolastiche. I protagonisti sono stati 24 ragazzi di classe quarta frequentanti otto scuole superiori differenti (tre ragazzi per ogni scuola) e sparse in tutta Italia (Roma, Milano, Mantova, Potenza, Genova, Crema, Ravenna, Brindisi). Ogni terna è stata scelta poiché considerata la più meritevole del proprio anno scolastico. Hanno partecipato anche 32 studiosi famosi, italiani e stranieri, tra cui alcuni premi Nobel (come Harold Kroto, premio Nobel per la chimica nel 1996). Gli incontri in rete sono stati 37, per un totale di circa 51 ore. L'organizzazione delle lezioni è stata sicuramente originale: all'ora concordata e da casa propria, tutti gli studenti si connettevano alla rete e tramite una videochiamata potevano assistere alla lezione con il professore di turno. I ragazzi potevano vedere il professore che spiegava, mentre quest'ultimo non vedeva gli studenti. Tutti quanti però potevano intervenire in ogni momento per porre domande.

Gli argomenti affrontati sono stati molteplici: generazione dell'energia, consumi energetici, fonti rinnovabili, gli usi del gas e del petrolio, le nanotecnologie, i cambiamenti climatici e altri ancora (in Appendice 1 si riportano i titoli e gli autori

delle lezioni svolte durante il progetto).

Al termine di tutte le lezioni, ogni terna di studenti doveva scegliere il tema che più lo aveva appassionato ed elaborarne una presentazione della durata di 10-12 minuti. Il 29 maggio tutti quanti i partecipanti si sono incontrati a Milano per esporre le loro presentazioni. Il gruppo primo classificato è stato premiato con un viaggio di una settimana al MIT (Massachusetts Institute of Technology) di Boston.

Per dare un esempio del lavoro svolto dagli studenti, riporto una veloce sintesi della presentazione vincente, intitolata “Il brodo di pollo”, creata dal gruppo del Liceo Scientifico Pier Paolo Pasolini di Potenza.

Il tema di cui questo gruppo si è occupato riguarda il cambiamento climatico. L'esposizione è iniziata analizzando prima i problemi a livello ambientale, politico ed economico che un aumento della temperatura potrebbe causare. È stata data una spiegazione dell'effetto serra terrestre, illustrando come alcuni gas dell'atmosfera, come anidride carbonica e vapore acqueo, assorbono la radiazione infrarossa emessa dalla superficie del pianeta e successivamente la riemettono nuovamente verso il suolo. In seguito, sono stati fatti esempi dei danni economici, politici e sociali che ne potrebbero conseguire: un innalzamento delle acque marine dovuto allo scioglimento dei ghiacci, maggiore frequenza di fenomeni atmosferici distruttivi come gli uragani, spostamento fasce climatiche e delle coltivazioni.

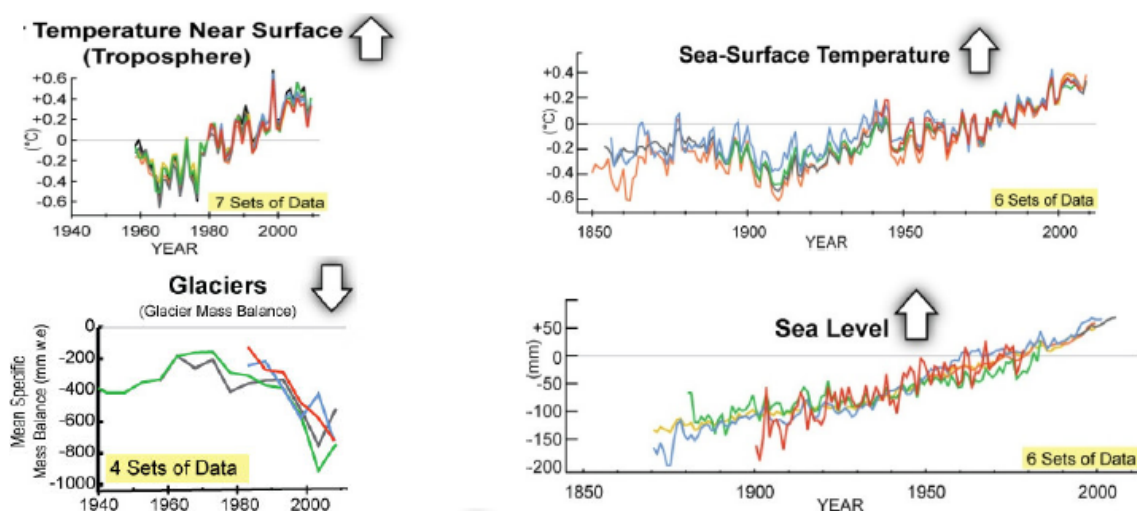


Fig 1.1 Effetti negativi dovuti al cambiamento climatico. Si vede come questi negli ultimi anni si siano molto accentuati

L'impatto complessivo che ha l'uomo sull'ambiente viene identificato da una formula realizzata dai ricercatori americani Paul R. Ehrlich e John P. Holdren:

$I = C \times P \times T$ ovvero Impatto ambientale = Consumo pro capite x Popolazione x Tecnologia

Tutte e tre queste componenti sono costantemente in aumento da molti anni. È chiaro che l'ambiente non può continuare a reggere un simile sviluppo.

Di questi problemi, sono state analizzate possibili soluzioni: l'utilizzo di energie rinnovabili al posto dei combustibili fossili, efficace sul lungo periodo seppur molto costoso; l'avviamento di politiche di risparmio energetico, poco costose e attuabili fin da subito.

Questo progetto ha ricevuto molti commenti positivi. Molti, infatti, sono stati i giornali che ne hanno documentato lo sviluppo e l'esito. In particolare, l'Unità, tra i commenti pubblicati, ha intervistato anche alcuni dei ragazzi partecipanti: “Senza dubbio mi ha aperto gli occhi sul mondo (...) Tutti possono contribuire partendo dalle piccole azioni a migliorare il mondo (...) Mi ritengo fortunata: questa scelta mi ha aiutata sulle scelte da prendere, mi ha chiarito le idee”. (Da “l'Unità” del 29 maggio 2013).

1.2 La proposta dell'università di Pavia

Il secondo progetto che verrà illustrato è una proposta dell'università di Pavia”. Esso fa parte del PLS⁴, un progetto a livello nazionale che punta a migliorare le conoscenze scientifiche degli studenti della scuola superiore di secondo grado. Intitolato “Il laboratorio PLS: L'energia e la sua conservazione”, è stato svolto tra il 2010 e il 2011 e ha coinvolto 117 studenti del triennio della scuola secondaria superiore. Il progetto si è sviluppato a partire dai risultati di una sperimentazione effettuata l'anno prima: la struttura principale della proposta è rimasta la stessa della precedente, ma proprio in base ai risultati ottenuti, sono state apportate migliorie sui contenuti e sulle metodologie di insegnamento. L'obiettivo della proposta è stato quello di informare gli studenti sul fenomeno dell'effetto serra terrestre, grazie

4 Piano Lauree Scientifiche

all'uso notevole di esperimenti su concetti chiave quali calore, energia e temperatura, e sull'interazione radiazione-materia (in Appendice 2 si riportano le prove di laboratorio effettuate). Per facilitare la comprensione e lo svolgimento del programma, sono stati elaborati sia schede guida dedicate allo svolgimento degli esperimenti, nelle quali venivano illustrati gli obiettivi delle esperienze e come queste si inseriscono nel percorso didattico, sia fascicoli esplicativi, nei quali gli esperimenti venivano interpretati e commentati, evidenziando anche quali difficoltà o problemi avevano presentato. Sia all'inizio che al termine del progetto è stato sottoposto agli studenti un questionario, al fine di valutare i miglioramenti ottenuti nel corso delle lezioni.

Per affrontare le difficoltà di apprendimento relative alla conservazione dell'energia e al ruolo che essa riveste nell'interpretazione dell'effetto serra, sviluppando un discorso teorico coerente e accessibile agli studenti il lavoro è stato suddiviso in quattro fasi:

Prima fase (O): questa prima parte è stata dedicata allo studio dell'ottica e delle onde, sia meccaniche sia luminose. Essendo un argomento già presente nei percorsi didattici scolastici, è stato trattato in maniera più sintetica, concentrandosi solo sugli aspetti più delicati o non svolti durante l'anno. In particolare, si è posta l'attenzione sui fenomeni di riflessione, rifrazione e interferenza delle onde.

Seconda fase (T): la parte di termodinamica e degli effetti termici è stata affrontata in modo approfondito e con molta cura. È stata svolta introducendo in modo inusuale i concetti di calore e di riscaldamento dei corpi: non è stata seguita la tipica organizzazione dei libri di testo, ma si è posta innanzitutto l'attenzione sulla possibilità di scaldare senza dare calore e dare calore senza scaldare (utilizzando come esempi la corrente o l'esposizione alle onde elettromagnetiche). Questo per poter poi analizzare sia situazioni in cui è presente l'equilibrio termico sia condizioni di equilibrio stazionario.

Terza fase (R): vengono analizzate le proprietà di interazione fra radiazione e materia, introducendo come questa dipendenza sia fortemente influenzata dalla frequenza o dalla regione dello spettro della radiazione in esame. Viene inoltre studiata in modo approfondito la curva di riscaldamento che un oggetto presenta

quando viene esposto alla luce del sole o di una lampadina. Questa terza fase si può considerare il momento di convergenza tra gli effetti termici e i fenomeni ondulatori, cioè tra la fase O e la fase T: è sicuramente il momento più importante e, vista la sua difficoltà, anche il più delicato.

Quarta fase (S): quest'ultima è dedicata all'applicazione di tutti i concetti illustrati in precedenza per dare una spiegazione dell'effetto serra terrestre.

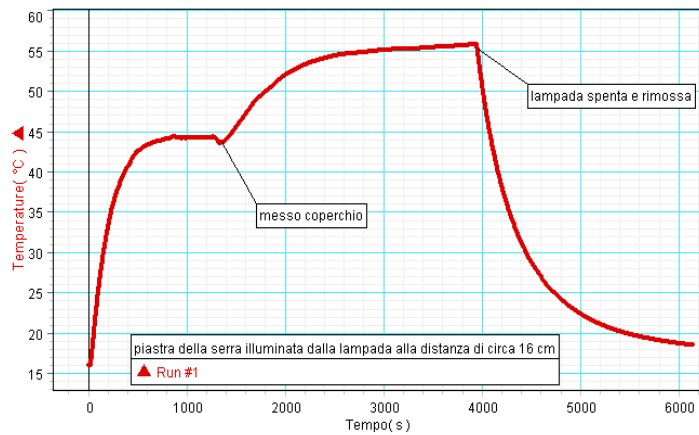


Fig 1.2 e 1.3 Studio della temperatura della piastra di un modello di scatola-serra.

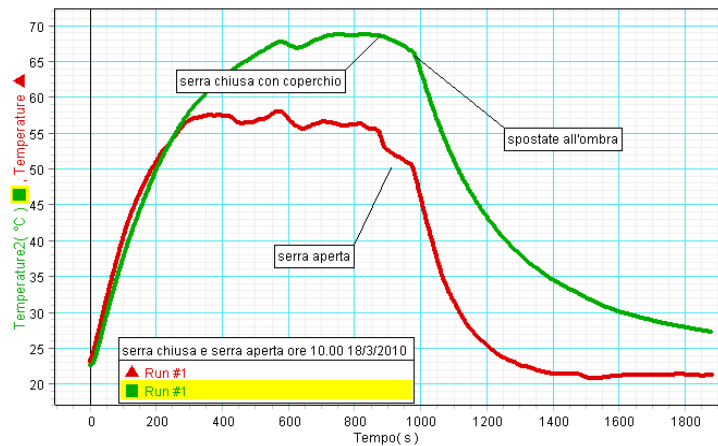


Fig 1.4 e 1.5 Studio dell'effetto serra mediante un modello di scatola-serra chiuso e aperto.

Ognuna di queste fasi è stata sempre caratterizzata da diversi esperimenti svolti in laboratorio, grazie ai quali gli studenti hanno potuto approfondire meglio questi concetti. La proposta, comunque, non si è limitata a fornire una corretta visione scientifica del problema dell'effetto serra: sono stati anche evidenziati gli effetti

negativi a cui questo fenomeno può portare e le implicazioni sociali che ne derivano. “È importante evidenziare il fatto che l’effetto serra ha un ruolo fondamentale nel mantenere la temperatura della superficie della Terra adatta alla vita. È l’incremento di tale effetto che è potenzialmente pericoloso”.

1.3 Il progetto YEP!

La terza e ultima proposta che sarà esaminata è il “Progetto YEP! (Young Energy People!)”. Si tratta di un progetto comunitario, che è stato realizzato non solo in Italia, ma anche in altri sei paesi europei (Gran Bretagna, Germania, Spagna, Svezia, Grecia, Bulgaria), e ha come coordinatore l'agenzia inglese SWEA⁵. In Italia hanno aderito sia la provincia di Livorno sia quella di Perugia, ma nel seguito si farà un riferimento solo all'esperienza avvenuta a Livorno, in quanto l'organizzazione, le attività svolte dagli studenti e i risultati ottenuti sono i medesimi per entrambi.

Il progetto, svoltosi tra il 2008 e il 2009, è nato innanzitutto dalla collaborazione tra SWEA e l'agenzia energetica locale EALP⁶. In seguito, sono state scelte cinque scuole secondarie superiori della provincia di Livorno nelle quali intraprendere l'attività. L'obiettivo del progetto era quello di abbassare i consumi energetici di queste scuole. Per farlo, gli studenti hanno innanzitutto eseguito uno studio approfondito dell'edificio scolastico e in seguito hanno realizzato un piano per la riduzione delle spese energetiche (in Appendice 3 si riporta un esempio di indagine svolta). La scelta, quindi, è caduta su quelle scuole che, oltre a dare la propria disponibilità di partecipazione, avevano consumi energetici elevati e un notevole interesse nel diminuirli e offrivano agli studenti un percorso didattico che includeva in parte anche il tema energetico. La parte finale del progetto prevedeva poi che gli studenti dovessero andare in una azienda della provincia di Livorno per fare la medesima indagine effettuata a scuola e creare un piano di risparmio energetico per l'azienda stessa. Anche in questo caso, le cinque aziende selezionate (una per scuola

5 Severn Wye Energy Agency

6 Agenzia Energetica della Provincia di Livorno

partecipante) dovevano avere come requisiti un consumo significativo di energia, possibilità di applicare le proposte di risparmio energetico, disponibilità a seguire gli studenti durante le loro analisi.

La scelta degli studenti avrebbe dovuto basarsi su alcuni criteri come età compresa tra 14 e 18 anni, buone conoscenze in matematica, scienze e italiano, personale motivazione a partecipare al progetto, ma gli insegnanti, invece che scegliere studenti da classi differenti, hanno preferito selezionare una classe intera per ottenere una maggior motivazione da parte degli alunni.

L'attività del progetto è stata divisa in più fasi, ognuna caratterizzata da una componente specifica.

Fase 1 – Introduzione del Contesto (Dic 2008 – Feb 2009, circa 4 ore)

Questa fase si può considerare di analisi e apprendimento. Prima di ogni altra attività, tramite un questionario, sono state valutate le conoscenze possedute da ogni studente. In seguito, durante vari incontri, sono state espone le tematiche dell'energia e del risparmio energetico, evidenziandone oltre agli aspetti fisici, anche quelli politici, sociali e ambientali. Infine, al termine di queste attività teoriche, è stato proposto un altro questionario per valutare i miglioramenti avvenuti.

Fase 2 - Indagine e Pratica (Gennaio – Febbraio 2009, circa 6 ore)

È stata effettuata un'indagine sulla scuola. Sono stati analizzati struttura e materiale dell'edificio, sistema di illuminazione e termico, le caratteristiche degli apparecchi di maggior consumo energetico.

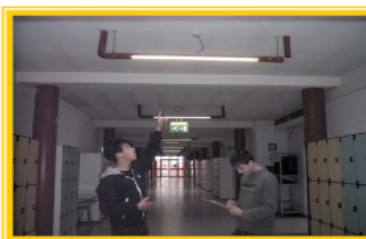


Fig 1.6, 1.7 e 1.8

I ragazzi all'opera nel prendere le rilevazioni riguardo gli impianti termici e l'illuminazione della scuola.

Fase 3 – Azione Pratica, Monitoraggio, Riesame e Feedback (Marzo 2009 – Aprile 2009, circa 4 ore)

Grazie ai dati raccolti, è stato ideato il piano d'azione da applicare a tutta la scuola per il risparmio energetico. In seguito, la classe e gli insegnanti partecipanti hanno divulgato il piano di risparmio a tutta la scuola tramite una vera e propria campagna, basata su poster e incontri esplicativi.

Fase 4 – Trasferimento delle conoscenze e delle abilità nel luogo di lavoro (Marzo – Maggio 2009, non meno di 3 ore)

In questa fase, sono state trasferite le abilità acquisite dai ragazzi nell'azienda partner. Qui gli studenti hanno seguito lo stesso percorso di indagine e analisi fatto a scuola, creando anche per l'azienda un piano per il risparmio energetico.

Anche questo progetto ha avuto molta risonanza, soprattutto a livello sociale, e ad esso sono stati dedicati brevi articoli sui giornali.

ANALISI DELLE POTENZIALITÀ EDUCATIVE DELLE PROPOSTE

In questo capitolo verranno esaminate le proposte precedentemente illustrate attraverso l'individuazione di tre aspetti caratteristici. Si cercherà quindi di dare un orientamento per la successiva analisi critica che metterà in luce i punti di forza e le lacune presenti in ciascun progetto, e che sarà l'argomento principale della parte finale di questo lavoro di tesi.

I criteri di indagine sono stati scelti per analizzare le caratteristiche 'generali' dei progetti, in modo da non focalizzare l'attenzione sugli argomenti trattati, ma piuttosto sulle loro caratteristiche educative. Sono stati esaminati, infatti, in modo da mostrare l'approccio scelto nei confronti degli studenti, sia da un punto di vista strettamente tecnico, sia da quello comportamentale. I tre criteri individuati sono:

- Scelta delle strategie di coinvolgimento degli studenti
- Attenzione al rapporto scienza-società
- Immagine risultante della fisica e in generale della scienza

Per brevità, i progetti vengono rinominati rispettivamente: “A” il progetto Lab4energy, “B” la proposta di Pavia, “C” il progetto YEP!. Nel seguito, quindi, verranno spesso utilizzate queste abbreviazioni.

2.1 Le strategie di coinvolgimento degli studenti

Le strategie di coinvolgimento sono un punto chiave per quanto riguarda la capacità di catturare l'interesse degli studenti durante lo sviluppo del progetto. Nei tre progetti, ne sono state individuate due, molto differenti tra loro.

In B e in C il coinvolgimento viene realizzato mediante attività di laboratorio: un vero e proprio laboratorio didattico nel primo caso, un'analisi sul campo dei fenomeni e raccolta dati nel secondo.

L'importanza del laboratorio nella fisica nasce ai tempi di Galileo Galilei, il quale introdusse il metodo scientifico come modalità di studio della realtà. L'analisi dei fenomeni tramite gli esperimenti è il punto cardine di tale sistema di investigazione, poiché essi assicurano l'oggettività e la riproducibilità dell'osservazione, che sono i principi su cui il metodo si fonda.

E proprio l'osservazione dei fenomeni e il loro successivo studio formale sono alla base della fisica, essendo essa disciplina teorica e non di meno sperimentale: “Ciò che è importante per capire la fisica è un agire con la mente tenendo ben presente l'importanza del referente empirico: per questo è importante vedere i fenomeni, saperli innescare o impedire, saper indurre modifiche di comportamento” (Vicentini e Mayer, 1996). È allora evidente come il legame laboratorio-teoria sia un binomio difficilmente scindibile e si può capire quanto il contributo del laboratorio sia fondamentale per l'apprendimento della fisica. È quindi necessario che durante un percorso di insegnamento sia presente anche questa componente, e non soltanto come parentesi isolata. Deve essere uno stimolo e un incentivo all'apprendimento, non un modo per non fare la teoria: “L'esperimento è inteso come un momento del discorso scientifico sull'argomento, in un dialogo fra teoria, ipotesi ed esperimenti”(Besson, 2011). Può infatti offrire molte occasioni di miglioramento non solo dal punto di vista pratico e sperimentale ma anche in ambito teorico: dà la possibilità di mescolare la componente creativa, presente durante la progettazione delle apparecchiature per affrontare al meglio e con la maggior accuratezza possibile l'esperienza, con quella cognitiva, necessaria quando si dovranno analizzare e interpretare i dati ottenuti. Ne risulta una conoscenza finale più solida e sicura. Per molti studenti infatti, la possibilità di arricchire la teoria con l'esperienza diretta del fenomeno, associando quindi mere formule matematiche ad eventi appartenenti alla 'realtà', diventa un ottimo incentivo per approfondire e migliorare il proprio apprendimento.

Con questa idea del laboratorio, si analizza ora l'importanza e lo spazio che esso ha avuto nei progetti presentati.

La proposta di Pavia poggia la sua forza proprio sull'esperienza diretta e sul ruolo

del laboratorio. Quest'ultimo infatti è largamente sfruttato per permettere allo studente di osservare e comprendere meglio i fenomeni fisici trattati precedentemente nella teoria, quali le proprietà delle onde, gli effetti termici dei corpi e le proprietà dell'interazione radiazione-materia. È un laboratorio *didattico*, che partendo da classici temi insegnati agli studenti e attraverso le loro interconnessioni, mira a dare una spiegazione scientifica solida dell'effetto serra e del riscaldamento globale.

Anche nel progetto YEP! la componente laboratorio è molto forte e importante durante tutto lo svolgersi dell'esperienza ma il ruolo che svolge è diverso da quello della proposta di Pavia. In questo caso il laboratorio non è strutturato tanto per arrivare ad una conoscenza profonda dei fenomeni fisici, quanto piuttosto per poter raccogliere numerosi dati e informazioni, analizzarli, elaborarli ed utilizzarli in modo pratico e operativo al fine di diminuire gli sprechi energetici. È un laboratorio di tipo *scientifico*, piuttosto che *didattico*.

Per quanto concerne A, invece, non viene proposto alcun tipo di attività sperimentale, che la struttura del progetto, comunque, avrebbe reso praticamente impossibile organizzare. La strategia di coinvolgimento adottata in questo caso è la competizione finale dei vari gruppi per aggiudicarsi il primo premio, corrispondente ad un viaggio di una settimana all'università di Boston. La partecipazione dei ragazzi è stata stimolata quindi non con la coesione e l'unità che si ottiene quando si praticano ricerche e ci si confronta insieme, come avviene durante un'esperienza di laboratorio, ma tramite la competizione e la volontà di primeggiare per mostrare il meglio di se stessi a tutti, caratteristiche che vengono enfatizzate al massimo nel momento in cui si offre un riconoscimento finale al vincitore. In ogni caso, anche in Lab4energy viene dato un ruolo importante ai risultati ottenuti da indagini, osservazioni e analisi sperimentali. Sotto questo aspetto, si predilige quindi informare lo studente piuttosto che formarlo di persona.

2.2 Come viene trattato il rapporto scienza-società

Vengono ora analizzati i progetti alla luce del secondo criterio, cioè l'attenzione che ogni proposta pone ai problemi riguardanti il rapporto scienza-società.

Negli ultimi decenni, il legame che da sempre esiste tra scienza e società si è enormemente rafforzato. Da una parte, lo sviluppo e l'avanzamento scientifico sono in larga misura dipendenti dall'economia e dalla politica; dall'altra, lo stile e il tenore di vita delle persone sono sempre più influenzati dalle nuove tecnologie e dalle opportunità che il progresso offre (Sjøberg, 2002). La scienza non può più esistere senza la comunità che la supporta finanziandone le ricerche; la comunità non è più in grado di trovare una propria identità senza uno sviluppo tecnologico che la caratterizzi e la distingua. Proprio questo rafforzamento del legame scienza-società deve essere il punto d'inizio di un processo rivoluzionario anche in termini di rapporto tra la scienza e l'individuo: “le nuove conoscenze scientifiche non devono essere a vantaggio di questo o quello, ma dell'intera umanità. [...] Ci troviamo di fronte alla necessità di costruire una vera e propria *cittadinanza scientifica*.” (Greco, 2008). Le basi per un tale sviluppo futuro partono innanzitutto dall'ambito culturale: è necessario riuscire a informare e a istruire la società intera sulle funzioni della scienza, sulle prospettive a cui si può mirare seguendo un determinato percorso scientifico, sulle potenzialità che sono offerte dall'avanzamento tecnologico, e certamente anche sui rischi che ne possono derivare. L'informazione, e anche la formazione, devono essere completi sotto tutti gli aspetti.

I tre progetti A, B,C mostrano differenti approcci a questo importante tema. Quello che li accomuna è l'intento di dare agli studenti le capacità e l'autonomia per affrontare problemi scientifici che hanno effetti a livello socio-politico, consentendo loro una presa di posizione personale, basata su criteri razionali. Perché la formazione di una cittadinanza scientifica, così come l'educazione alla sostenibilità, nascono innanzitutto dalle conoscenze del singolo individuo; solo su questa base si può avviare una fase di coinvolgimento allargato.

In A la questione scienza-società rappresenta un tema rilevante durante tutto lo

svolgere del percorso. Ogni lezione viene affrontata prestando particolare attenzione alle implicazioni sociali e comunitarie che ne derivano. È predominante la componente informativa riguardo ai temi principali che vengono illustrati: da un lato è presente un aspetto comparativo fra i diversi paesi, dall'altro è stata ritenuta necessaria l'introduzione di una serie rilevante di nozioni puramente scientifiche per far comprendere più a fondo la natura degli argomenti trattati. Sfruttando entrambe le componenti, si cerca di permettere agli studenti di crearsi un quadro della situazione complessiva in cui la società si trova, attraverso il quale potersi orientare autonomamente e consapevolmente nelle scelte riguardanti temi cruciali quali problemi energetici, cambiamenti climatici o fonti energetiche alternative. Le parole chiave sono “sensibilizzazione” ed “educazione”.

Nel progetto di Pavia, si fornisce ai ragazzi quella mentalità critica, propria della fisica, che permette di analizzare in maniera razionale anche i problemi politico-sociali legati appunto ai temi energetici e climatici. Il tema del riscaldamento globale rappresenta infatti nella proposta un campo di applicazione dei concetti fisici studiati, scelto in quanto rilevante anche da un punto di vista sociale.

YEP! invece concentra la sua attenzione sul piano della trasferibilità delle conoscenze scientifiche. Le abilità acquisite sul campo consentono di ottenere soluzioni più efficaci e veloci di problemi di rilevanza sociale, mostrando l'utilità e la prontezza che può avere la scienza nell'affrontare problematiche quali quelle legate al risparmio energetico. Si vuole quindi sottolineare che i campi di azione della scienza e della tecnologia possono estendersi anche a problemi di natura socio-politica.

2.3 Quale immagine della fisica?

L'immagine della fisica e di tutta quanta la scienza si è modificata nel corso della storia. Se negli ultimi due secoli la scienza è stata considerata quasi univocamente come la matrice di tutti i miglioramenti tecnologici, sociali e anche culturali,

recentemente sono state sollevate più critiche e giudizi negativi. Molte indagini, infatti, dimostrano che già durante gli studi scolastici, gli alunni si formano una opinione quantomeno dubbiosa e incerta della scienza: “ Many studies show that pupils perceive school science as a lacking relevance. It is often described as dull, authoritarian, abstract and theoretical. The curriculum is often overcrowded with unfamiliar concepts and laws. It leaves little room for enjoyment, curiosity and a search for personal meaning and significance. It often lacks a cultural, social or historical dimension, and it seldom treats the contemporary issues related to science and technology.”(Sjøberg, 2002). Si è realizzato così un distacco tra la maggior parte degli studenti e la scienza, dovuto sia al metodo di insegnamento nelle scuole sia ai cambiamenti avvenuti negli ultimi anni nella società. Una società che descrive i valori della scienza come assenti di moralità e disinteressati riguardo i bisogni umani: lo dimostrano i recenti problemi di tipo etico che hanno interessato le ultime scoperte scientifiche. Spesso gli scienziati sono ritratti come figure estranee al mondo quotidiano, immersi solo nella ricerca e negli esperimenti: si è sviluppata l'immagine dello 'scienziato pazzo', a causa anche dei film o delle riviste che lo ritraggono in questo modo. Tutto ciò contribuisce a formare un'immagine distorta della fisica, che non viene più vista come strumento di analisi e studio della realtà in grado di contribuire al progresso e al miglioramento sociale, ma come una disciplina a sé stante e isolata, priva di ogni legame con la comunità. Vi è quindi la necessità di un rinnovamento, che parta proprio dall'insegnamento, poiché è questo che per primo diffonde l'idea che alla scienza corrispondono solo verità indiscutibili e assolute, e che non c'è quindi alcuna possibilità di confronto a livello di comunità sociale. Educare alla sostenibilità ambientale può diventare un ottimo punto di partenza per rilanciare la figura della fisica. Se si riuscisse, grazie all'insegnamento e a proposte e progetti mirati, a integrare nella società un nuovo stile di vita basato appunto su considerazioni di tipo ecologico, si potrebbe dare un nuovo volto alla scienza, dimostrando che essa è capace di intervenire in maniera estremamente appropriata anche dove i problemi sembrano esclusivamente culturali e comportamentali.

Nel progetto A si cerca di dare l'immagine di una scienza aperta, a cui tutti possano partecipare e dare il proprio contributo. Le lezioni svolte infatti sono ora accessibili da chiunque in internet, e il confronto finale tra gli otto gruppi ha sottolineato come dibattiti e differenti opinioni siano proprio ciò che fa progredire la scienza, e non un segno di inadeguatezza nell'affrontare i problemi, come la maggior parte della gente ritiene. Infine vi è il tentativo di richiamare maggiormente la partecipazione attraverso la presenza di figure di rilievo, le quali mostrano di saper adeguare il loro messaggio, per quanto riguarda gli argomenti trattati e i modi con cui vengono spiegati, ad un pubblico di non specialisti. La struttura innovativa della proposta ha quindi cercato di evitare di sollecitare molte delle sensazioni negative che gli studenti hanno quando seguono i corsi di fisica, fornendo invece un'immagine adeguata della ricerca in fisica e del lavoro degli scienziati.

Dalla proposta di Pavia si può ricavare un'idea della fisica come un insieme di conoscenze comprensibili anche da non specialisti. L'indagine proposta si muove da una situazione semplice ad una complessa: si esaminano alcuni principi fisici separatamente, per arrivare all'analisi finale dell'effetto serra terrestre in cui questi sono presenti e combinati fra loro. La proposta identifica quindi un percorso semplice e lineare, che porta alla comprensione corretta di argomenti problematici tramite un intreccio efficace fra teoria e sperimentazione. Questa organizzazione, particolarmente efficiente e comprensibile, sottolinea come la fisica, se affrontata nel modo giusto, possa essere strumento di risoluzione di problemi reali comprensibile anche ai non addetti ai lavori.

Anche C contribuisce a dare un'immagine della fisica e della scienza significativa dal punto di vista politico-sociale. In questo caso viene messa in particolare rilievo l'utilità e l'impatto che essa può avere nelle scelte volte alla sostenibilità. Si vuole confutare l'idea che la scienza sia una materia isolata e fine solamente a se stessa per farne invece emergere quella di una applicazione benefica ed efficace.

In conclusione, l'analisi illustrata in questo capitolo permette di ricostruire, per ciascuna proposta, anche i punti di forza e di debolezza riguardanti l'interazione non solo con gli studenti ma anche con gli insegnanti, in quanto l'educazione alla sostenibilità rappresenta un problema e un argomento che può essere molto importante e interessante anche per un percorso di formazione personale continua quale quello auspicabile per i professori.

LE PROPOSTE A CONFRONTO: PUNTI DI FORZA E CRITICITÀ

Come accennato precedentemente, in questo terzo capitolo verranno evidenziati i punti di forza e di debolezza dei tre progetti, che verranno considerati ora in tutte le loro caratteristiche, come emblematici di diverse tipologie di intervento nel campo dell'educazione alla sostenibilità.

Lab4energy è probabilmente la proposta meno comune delle tre presentate. La struttura con cui è stata organizzata ha reso particolarmente interessante la sua analisi, sia dal punto di vista delle tematiche affrontate, sia riguardo il significato che il progetto ha rappresentato per gli studenti. La proposta A, infatti, manda un messaggio molto importante ai ragazzi: tramite la valorizzazione di se stessi e delle proprie conoscenze, si può diventare divulgatori di conoscenza ed educatori verso gli altri.

Questa considerazione si basa innanzitutto sull'importanza che viene attribuita all'esposizione finale: gli studenti hanno mostrato capacità di rielaborazione personale delle conoscenze acquisite e hanno proposto valide iniziative per la risoluzione dei problemi che erano stati illustrati; problemi, quali risparmio energetico e cambiamenti climatici, che appartengono anche al mondo politico-sociale. I ragazzi si sono creati così una visione complessiva, ma comunque approfondita, del ruolo che questi hanno nella società e di come essa li affronta. Il progetto ha insistito molto su questo aspetto, utilizzando una grande quantità di qualificato materiale illustrativo, mirato anche sempre alla sensibilizzazione individuale.

È stata poi fondamentale la presenza di professori illustri che hanno partecipato all'iniziativa. La chiarezza e la semplicità che sono riusciti a mostrare nelle loro lezioni ha contribuito ad aumentare l'impegno che gli studenti hanno messo durante tutto il corso, e in particolare nelle presentazioni finali. Queste, infatti, non sono state solo una semplice esposizione dell'argomento che più li aveva colpiti; hanno

anche permesso loro di elevarsi a presentatori, comunicatori e promotori delle loro idee, al pari dei professori stessi: sono state quindi esaltate le qualità e le capacità dei singoli ragazzi.

È stata già notata la mancanza di attività sperimentali con le quali consolidare maggiormente le informazioni ricevute. L'assenza di un vero legame tra le lezioni svolte e una loro applicazione costituisce certamente il limite maggiore del progetto. A perché tutto il lavoro effettuato rischia di rimanere un discorso puramente teorico e informativo. Da questo punto di vista, gli studenti potrebbero trarre l'idea di una scienza che non riesce a dimostrare attivamente la sua efficacia e potenzialità, rimanendo soltanto un insieme di conoscenze che mostrano l'entità dei problemi ma non danno garanzie sulla loro risoluzione: un insieme di dati, domande e risposte che però non trovano un proprio spazio operativo nelle problematiche della vita quotidiana dei cittadini.

Possiamo dunque concludere che la tipologia di proposta illustrata da Lab4energy è quella che mira ad una valorizzazione delle conoscenze acquisite dagli studenti, attraverso un coinvolgimento emotivamente significativo nella divulgazione delle conoscenze stesse.

La proposta di Pavia è un progetto molto lineare e ben programmato. La sua organizzazione è conforme e coerente con i programmi didattici di fisica delle scuole superiori, motivo per cui è possibile svolgere le attività durante le ore di lezione scolastiche. B pone la sua forza sulle conoscenze fisiche che ogni studente acquisisce sull'effetto serra terrestre e sui fenomeni che ne sono la causa. È certamente il progetto che più contribuisce ad una preparazione tecnica e concettuale sui temi affrontati; in tal modo lo studente riesce a raggiungere una notevole sicurezza delle proprie conoscenze, una capacità di formarsi opinioni personali e di argomentare le proprie scelte. Queste abilità e capacità che vengono acquisite danno allo studente le possibilità di svolgere un ruolo significativo come cittadino informato in modo qualificato.

I motivi che portano ad un risultato così positivo vanno ricercati innanzitutto nella struttura della proposta. L'ottima pianificazione degli argomenti ha evitato

quell'eccessiva semplificazione che avrebbe potuto costituire un problema invece che un vantaggio. Infatti, non sempre la somma delle diverse componenti mi fornisce una corretta visione della situazione originale: non vanno trascurate le interazioni che esse possono avere tra loro. In questo caso, comunque, si è riusciti a far interagire in maniera ottimale tutte le componenti fisiche alla base dell'effetto serra, grazie anche ad un uso proficuo ed esteso del laboratorio. Esso accompagna passo passo gli insegnamenti teorici, rafforzando e consolidando le nozioni acquisite durante le varie fasi. Gli esperimenti spaziano su tutti gli argomenti affrontati, dando una visione organica delle informazioni. Oltretutto, il metodo utilizzato per affrontare il laboratorio è estremamente utile per lo studente: si fonda su una prima analisi qualitativa basata su previsioni personali, in grado quindi di stimolare l'intuizione, poi sulla raccolta dei dati, con cui si costruisce la metodologia necessaria per lo studio della fisica, e infine l'interpretazione dei risultati finali, che permette il ricongiungimento con la teoria. Tramite questa sottolineatura così marcata delle conoscenze scientifiche che sono alla base dell'interpretazione dell'effetto serra e del riscaldamento globale si vogliono superare proprio quegli ostacoli di tipo cognitivo che potrebbero impedire il successivo cambiamento comportamentale (Tasquier, Pongiglione 2011). Lo studente ne ricava, di conseguenza, una corretta immagine della scienza: una disciplina che indaga la realtà attraverso l'intreccio tra la teoria e gli esperimenti, che affronta argomenti complessi ma in maniera razionale, efficace e comprensibile.

I limiti che si possono riscontrare in questa proposta riguardano il discorso comportamentale che deve seguire all'apprendimento cognitivo. La figura del laboratorio è certamente sfruttata al meglio per consolidare la teoria, ma non viene sottolineato sufficientemente la connessione dello studio scientifico con le implicazioni sociali. Non vengono dati strumenti allo studente per verificare se e come quel che ha appreso può essere utilizzato e applicato per un miglioramento della società; è lo studente stesso che deve riuscire a creare questo collegamento. Si può quindi affermare che si tratta di un laboratorio finalizzato esclusivamente ad un miglioramento delle conoscenze personali. In questo caso l'educazione alla sostenibilità, perciò, si limita ad una educazione scientifica, mentre la componente

comportamentale resta implicita durante tutto il percorso. Ed ecco che rischia di riemergere la figura di una scienza astratta e isolata dalla realtà, che trova le spiegazioni alle problematiche ma non sembra farsi carico di risolverle.

Il progetto YEP! si può considerare un esempio emblematico di iniziativa che punta a sensibilizzare gli studenti principalmente sulle tematiche delle risorse e del risparmio energetico. La sua strutturazione e le attività che promuove, inoltre, permettono l'acquisizione da parte dei ragazzi di una discreta autonomia decisionale e organizzativa.

Si può considerare la proposta C come un valido metodo per introdurre gli studenti al mondo del lavoro infatti, oltre che valorizzare l'impegno dei ragazzi riguardo la creazione del piano di risparmio energetico, esso punta anche sugli sviluppi futuri in termini occupazionali che tale esperienza può offrire agli studenti. È un progetto che propone risultati a lungo termine: non limita la sua influenza all'ambito della scuola superiore, ma offre anche una prima opportunità di entrare in contatto con il mondo del lavoro. Questa apertura verso il futuro dei ragazzi è forse il punto di forza più caratteristico di questa proposta.

A questo scopo, un contributo rilevante viene dal laboratorio di tipo scientifico che è stato proposto. La sua struttura si fonda sulla possibilità di trasferire immediatamente le conoscenze teoriche alla realtà. Lo studio, da parte degli studenti, della loro scuola, dell'azienda collaboratrice e la creazione dei piani di riduzione dei consumi energetici, ha dato loro la possibilità di vedere la fisica applicata nella vita della comunità. Sotto questo aspetto, è evidente l'intento di unire il ruolo del laboratorio e dello studio dei fenomeni sul campo con gli atteggiamenti virtuosi che ne possono e ne devono conseguire. Questo studio, basato proprio sul metodo di ricerca, rispecchia la vera natura della fisica, e comunica come il suo ruolo non si limiti alla sola e semplice conoscenza teorica. YEP! ha voluto quindi esortare i ragazzi a raggiungere una loro autonomia nel mettere in pratica gli atteggiamenti mirati alla sostenibilità energetica; autonomia che sarà necessaria in futuro nel mondo del lavoro. Questa possibilità di mettersi in gioco, insieme al risultato positivo che hanno ottenuto col loro operato, diventa anche uno stimolo

personale, una motivazione aggiuntiva, per continuare a migliorare e progredire.

Sono state in questo modo evidenziate le connessioni tra la fisica e i problemi reali dell'individuo e della società. L'impatto sociale che ne deriva è molto forte: si ritrova un'idea di scienza utile, in grado di trasferire le conoscenze dalla teoria alla pratica. Una scienza che non si limita a educare alla sostenibilità, ma che riesce a rendere operativo tale concetto.

È necessario però porre l'attenzione su un possibile limite della proposta: le conoscenze acquisite, certamente di alto valore tecnico, rischiano di prendere il sopravvento su quelle teoriche che rimangono in secondo piano durante tutta l'attività. Come già detto in precedenza, l'educazione alla sostenibilità si basa innanzitutto sulle conoscenze del singolo individuo. Sia le capacità pratiche che le nozioni teoriche sono fondamentali, perciò la mancanza di una delle due componenti non può che limitare anche l'altra. La teoria permette di avere una preparazione adeguata e la prontezza necessaria nel momento in cui sorgono dei problemi inattesi. Inoltre, senza una profonda conoscenza del fenomeno in questione e dei fattori che ne sono la causa, può diventare difficile difendere le proprie idee nel confronto con altre posizioni. Questo limite della proposta nasce anche dal tipo di laboratorio proposto: la sua funzione infatti rimane limitata ad una analisi che non ha come scopo il consolidamento delle nozioni dello studente e rischia di risolversi in una mera esecuzione di operazioni di misura.

L'analisi effettuata ha messo in luce per ciascuna proposta una tipologia più generale di progetto a cui essa appartiene. Queste tipologie non sono caratterizzate dagli argomenti trattati nelle esperienze, ma piuttosto dal fine per cui esse vengono create. La categoria di proposte individuata da Lab4energy ha come scopo quello di valorizzare al massimo le competenze degli studenti, puntando su un coinvolgimento particolarmente sul piano emotivo. La proposta di Pavia rappresenta invece un ottimo esempio dei progetti che mirano essenzialmente a fornire agli studenti una preparazione molto accurata e profonda della fisica necessaria per l'interpretazione dei fenomeni. Le proposte paragonabili a YEP!,

infine, mirano a dare una prima idea allo studente del mondo del lavoro che lo attende, sottolineando in particolare il ruolo che la scienza svolge nell'affrontare i problemi cruciali della società.

CONCLUSIONI

In questo lavoro di tesi sono state illustrate e analizzate tre proposte didattiche che affrontano il tema dell'educazione alla sostenibilità, facendo anche riferimento alla situazione europea e italiana riguardo all'inclusione di questo argomento nell'insegnamento scientifico. Dei tre progetti, sono stati illustrati i principali passaggi, gli argomenti affrontati e i metodi di insegnamento applicati. Le proposte sono state poi analizzate da tre punti di vista differenti, ovvero i metodi scelti per il coinvolgimento degli studenti, l'attenzione che viene posta al problema del rapporto scienza-società e l'immagine di scienza che ne risulta. Infine, si è cercato di determinare l'individualità di ciascuna proposta, partendo dai risultati dell'analisi, per evidenziarne i punti di forza e di debolezza, con lo scopo di delineare tre diverse categorie di proposta, in termini più generali, a partire dai progetti A, B, C, che ne rappresentano tre esempi emblematici.

Ognuno dei tre progetti esaminati ha dimostrato di avere punti di forza ma anche di debolezza; ovviamente è molto difficile riuscire a creare una proposta che non presenti nessun tipo di limite.

È interessante però notare che è iniziato da qualche tempo un progetto costruito cercando di includere le qualità positive riscontrate in A, B e C.

Questo progetto, dal titolo “Riscaldamento Globale e Cambiamenti Climatici” è stato proposto da Giulia Tasquier per il dottorato in didattica della fisica con la collaborazione di ricercatori e docenti dell'Università di Bologna del Dipartimento di Fisica e Astronomia, del Dipartimento di Filosofia e del CIRE (Centro Interdipartimentale di Ricerche Educative). Il progetto, che si colloca nell'ambito del Piano Lauree Scientifiche (PLS) e rivolto a studenti di classi quarte e quinte delle superiori, è stato sperimentato tra febbraio e marzo 2012, per una durata totale di 15 ore.

Per evidenziare le caratteristiche positive della proposta utilizzeremo gli stessi criteri di indagine individuati precedentemente, per disporre così di un adeguato riferimento per la comparazione.

Per quanto riguarda il coinvolgimento degli studenti, una delle strategie adottate è molto simile a quella della proposta B, alla quale per altro viene fatto riferimento per tutto il progetto: viene infatti dato ampio spazio alle attività di laboratorio. Gli esperimenti proposti sono volti a riprodurre i fenomeni fisici che causano l'effetto serra: esperimenti sull'interazione radiazione-materia e sull'effetto serra investigato mediante un modello di 'scatola-serra'. La partecipazione degli studenti è stata però stimolata anche con questionari contenenti domande sia tecniche sia personali, e con vere e proprie interviste individuali. Si nota quindi come si sia ritenuto opportuno utilizzare diversi metodi di coinvolgimento, anche molto differenti tra loro, potenzialmente efficaci a coinvolgere studenti con caratteristiche personali diverse.

In questo progetto il rapporto scienza-società è considerato un tema centrale. Durante tutto il percorso vengono fatte digressioni sulle implicazioni sociali che nascono dal problema del cambiamento climatico. Nei questionari e nelle interviste, inoltre, sono presenti domande che mirano a coinvolgere personalmente lo studente riguardo a questo argomento, perciò durante lo svolgimento del progetto è stato possibile anche raccogliere informazioni sui cambiamenti di pensiero che avvenivano nei ragazzi. Il risultato che ne emerge è certamente positivo: gli studenti manifestano chiaramente una volontà di impegnarsi per modificare i loro stili di vita per contribuire, per quanto possibile, alla risoluzione di questo grave problema. In questo caso, dunque, l'educazione scientifica ha prodotto anche educazione alla sostenibilità.

Per quanto riguarda infine l'immagine della scienza, questo progetto sembra aver portato chiarezza e ordine nelle idee preesistenti degli studenti. Inizialmente infatti, i motivi che venivano considerati alla base dell'effetto serra erano sbagliati o molto confusi, ma grazie all'approfondimento disciplinare gli alunni sono arrivati a padroneggiare una interpretazione scientifica dei fenomeni e a sviluppare una idea più adeguata degli strumenti e dei metodi che essa utilizza nella ricerca. Si delinea quindi la scienza come una materia capace di motivare e inquadrare la natura di problemi anche sociali, e al contempo in grado di promuovere una linea d'azione mirata alla loro risoluzione.

Dal punto di vista degli scopi di questo lavoro di tesi, l'analisi effettuata su questo ultimo progetto ha mostrato che i criteri individuati ed utilizzati nell'analisi delle tre proposte iniziali possono effettivamente risultare utili per uno studio approfondito anche di altre proposte. Pertanto vorrei concludere il mio lavoro esprimendo la speranza che esso possa eventualmente fungere da materiale di riferimento per gli insegnanti delle scuole superiori, fornendo uno strumento di valutazione per progetti che i professori intendono adottare o eventualmente elaborare loro stessi per i propri programmi di insegnamento.

BIBLIOGRAFIA

1. BESSON U. (2011) - *“La ricerca in didattica della fisica: temi e problemi”* - Università di Pavia, Dipartimento di Fisica – Incontri di Fisica 2011.
2. DILLON J. (2012) - *“Science, society and sustainability: education and empowerment for an uncertain world”* - dalla recensione del libro *“Environmental Education Research”* - London.
3. GRECO P. (2008) - *“La cittadinanza scientifica”* - da Rivista Micron, anno V, numero 9 .
4. OSBORNE J., DILLON J. (2008) - *“Science Education in Europe: Critical Reflections”* - A Report to the Nuffield Foundation - King's College London.
5. SJØBERG S. (2002) - *“Science and Technology Education, Current Challenges and Possible Solutions”* - pubblicato in 'Innovations in science and technology education', Vol VIII Paris, UNESCO.
6. TASQUIER G., PONGIGLIONE F. (2011) - *“I problemi ambientali e la loro complessità scientifica e sociale”* - CIRE, 13 Ottobre.
7. VICENTINI M., MAYER M. (1996) - *“Didattica della Fisica”* - La Nuova Italia, Firenze.
8. MINISTERO DELL'ISTRUZIONE E MINISTERO DELL'AMBIENTE (2009) - *“Linee guida per l'educazione ambientale e allo sviluppo sostenibile”*.

APPENDICE I

Vengono qui nominate le lezioni svolte durante il corso di Lab4energy. Non tutte sono presenti, in quanto, come già detto, gli incontri erano effettuati tramite videochiamata e non frontalmente. Per visualizzare le registrazioni di tutte le lezioni si rimanda al sito: <http://www.lab4energy.net/getpage.aspx?id=6&sec=6> .
Vengono inoltre riportati anche i nomi dei professori e studiosi di cui non sono presenti i materiali usati.

- Sergio Carrà: “Cosa è l'energia” e “Chi ha paura del picco cattivo”
- Giuseppe Sammarco: “Fonti di energia e bilanci energetici. Tassonomia e contabilità”, “Il costo dei combustibili fossili” e “Geopolitica dell'energia”
- Gennaro De Michele: “La filiera del carbone”
- Davide Calcagni: “La filiera del petrolio”
- Francesca Ferrazza: “Energia dal sole”
- Lucia Calvosa: “Energia e industria chimica”
- Geo Ceccarelli: “Creatività”
- Francesco Paiano: “Generazione elettrica da fonte fossile”
- Marco Ricotti: “Generazione elettrica da nucleare”
- Daniele Bianchi: “Energie da biomasse e rifiuti”
- Lorenzo De Vita: “Eolico, geotermico, idroelettrico e idrogeno”
- Maurizio Cumo: “L'impatto locale del nucleare”
- Reyer Gerlagh: “Global climate change”
- Emanuela Colombo: “La povertà energetica”
- Nora Selmet: “Efficienza, risparmio, rinnovabili”
- Fabio Bignucolo: “Stoccaggio dell'energia”
- Francesco Gattei: “Il concetto di risorsa e di riserva”
- Gabriele Nanni: “Efficienza energetica in edilizia”
- Ganni Silvestrini: “100% rinnovabili”
- Davide Tabarelli: “Fossili contro rinnovabili”

- Pasquale Cuzzola
- Sandro Cardinali

- Andrea Bellati
- Riccardo Luna
- Sir Harold W. Kroto
- Thomas Longden
- Umberto Arena
- Alberto Clò
- Arnaldo Orlandini
- Paolo Scaroni
- Edoardo Zanchini
- Mario Gamberale

APPENDICE II

Si riportano ora le prove di laboratorio effettuate nel progetto dell'Università di Pavia.

- Propagazione di onde in acqua e in una molla; fenomeni di riflessione e trasmissione delle onde. Assorbimento delle onde:
 - *Propagazione delle onde in acqua; onde piane e circolari*
 - *Frequenza, lunghezza d'onda, velocità di propagazione*
 - *Riflessione*
 - *Trasmissione / Rifrazione*
 - *Propagazione di onde lungo molle e corde*

- Fenomeni di interferenza e diffrazione:
 - *Interferenza*
 - *Diffrazione*

- Onde stazionarie

- Aumentare temperatura di un corpo tramite lavoro meccanico, corrente elettrica, conduzione termica, radiazione elettromagnetica proveniente da sole, lampada, microonde

- L'andamento della temperatura nei cambiamenti di stato

- Visualizzazione dello spettro di una lampada, ottenuto tramite un prisma

- Misure con il radiometro

- Raffreddamento e riscaldamento di cilindretti con caratteristiche diverse

- Esperimento e studio di un modello di scatola-serra

APPENDICE III

Vengono mostrati alcuni parametri della scuola che sono stati indagati nel progetto YEP! per riuscire a creare il piano di riduzione dei consumi.

CALCOLO DEGLI INDICATORI ENERGETICI E AMBIENTALI LEGATI AI CONSUMI DI RISCALDAMENTO			
NOME SCUOLA:		TIPO SCUOLA:	
LOCALITA':		DATA:	
Gas metano:	..... m ³ x 9,59=	..... kWh _t x 0,2010=	..... kgCO ₂
Gasolio:	..... kg x 11,86=	..... kWh _t x 0,2638=	..... kgCO ₂
GPL:	..... kg x 12,79=	..... kWh _t x 0,2246=	..... kgCO ₂
Olio combustibile	..... kg x 11,40=	..... kWh _t x 0,2756=	..... kgCO ₂
TOTALE CONSUMO ANNUO SCUOLA	C_{tot-risc}	.....	kWh/anno
TOTALE EMISSIONI ANNUE SCUOLA	E_{tot-risc}	.....	kgCO ₂ /anno
VOLUME LORDO RISCALDATO	V=	.....	m ³
SUPERFICIE DEI PIANI DELL'EDIFICIO	S_p=	.....	m ²
FATTORE S _d /V	S_d/V=	.....
GRADI GIORNO	GG=	.....
FATTORE DI FUNZIONAMENTO	F_h=	.....
INDICE EP DA CONSUMI	$EP_{cons} = \frac{[C_{tot-risc}] \cdot [F_h]}{[S_p]} =$	.....	kWh/m ² /anno
INDICE EP CALCOLATO	EP_{calc} =	.....	kWh/m ² /anno
INDICE EMISSIONI RISC.	$IE_{risc} = \frac{[E_{tot-risc}] \cdot [F_h]}{[S_p]} =$	.....	kgCO ₂ /m ² /anno