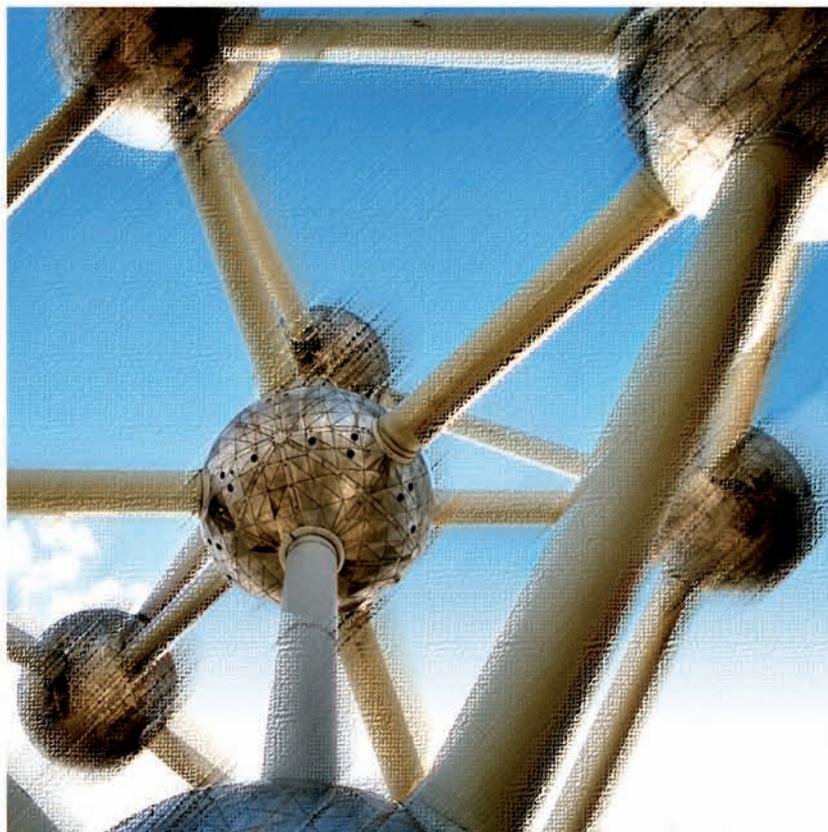




**ISPRA**

Istituto Superiore per la Protezione  
e la Ricerca Ambientale



## **LE CONOSCENZE GIOVANILI SULLE RADIAZIONI IONIZZANTI**

**Intervento e valutazione  
nelle scuole superiori del Lazio**

**AMBIENTE e SOCIETÀ**



**ISPRA**

Istituto Superiore per la Protezione  
e la Ricerca Ambientale

# **LE CONOSCENZE GIOVANILI SULLE RADIAZIONI IONIZZANTI**

**Intervento e valutazione nelle scuole  
superiori del Lazio**

A cura di Antonio Fasanella e Manlio Maggi

### **Informazioni legali**

L'Istituto Superiore per la protezione e la ricerca ambientale (ISPRA) e le persone che agiscono per conto dell'Istituto non sono responsabili per l'uso che può essere fatto delle informazioni contenute in questo Quaderno.

La Legge 133/2008 di conversione, con modificazioni, del Decreto Legge 25 giugno 2008, n. 112, pubblicata sulla Gazzetta Ufficiale n. 195 del 21 agosto 2008, ha istituito l'ISPRA – Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale. L'ISPRA svolge le funzioni che erano proprie dell'Agenzia per la protezione dell'ambiente e per i servizi tecnici (ex APAT), dell'Istituto Nazionale per la Fauna Selvatica (ex INFS) e dell'Istituto Centrale per la Ricerca scientifica e tecnologica Applicata al Mare (ex ICRAM).

La presente pubblicazione fa riferimento ad attività svolte in un periodo antecedente l'accorpamento delle tre Istituzioni e quindi riporta ancora, al suo interno, richiami e denominazioni relativi ai tre Enti soppressi.

**ISPRA** – Istituto Superiore per la protezione e la ricerca ambientale  
Via Vitaliano Brancati, 48 – 00144 Roma  
[www.isprambiente.it](http://www.isprambiente.it)

ISPRA, Quaderni – Ambiente e società n. 4/2011

ISBN 978-88-448-0489-3

Riproduzione autorizzata citando la fonte

### **Elaborazione grafica**

ISPRA

*Grafica di copertina:* Franco Iozzoli

*Foto di copertina:* Elaborazione grafica di un particolare dell'Atomium (Bruxelles)

### **Coordinamento tipografico:**

Daria Mazzella

**ISPRA** – Settore Editoria

### **Amministrazione:**

Olimpia Girolamo

**ISPRA** – Settore Editoria

### **Distribuzione:**

Michelina Porcarelli

**ISPRA** – Settore Editoria

### **Impaginazione e Stampa**

Tipolitografia CSR – Via di Pietralata, 157 – 00158 Roma

Tel. 064182113 (r.a.) – Fax 064506671

Finito di stampare nel mese di maggio 2011

Il volume, pubblicato con il contributo del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM), rappresenta il prodotto di un'esperienza di ricerca svolta nell'ambito della linea di attività "Prevenzione dai rischi dell'esposizione a radiazioni ionizzanti", prevista dalla Convenzione tra MATTM e ISPRA (allora APAT) del 29/12/2006.

In particolare, l'indagine qui presentata è stata realizzata grazie a una convenzione tra ISPRA e Dipartimento di Comunicazione e Ricerca Sociale della Sapienza Università di Roma.

La ricerca, affidata alla direzione scientifica del Prof. Antonio Fasanella, è stata seguita e coordinata per l'ISPRA dal Dott. Manlio Maggi. Entrambi hanno curato la pubblicazione del volume.

Un ringraziamento particolare va alla Dott.ssa Barbara Castrucci, referente tecnico del MATTM per la succitata linea di attività, e all'Ing. Roberto Mezzanotte, già Direttore del Dipartimento Nucleare, Rischio Tecnologico e Industriale (RIS) dell'ISPRA.

#### **Curatori e autori:**

**Antonio Fasanella:** professore associato di Metodologia delle Scienze sociali presso il Dipartimento di Comunicazione e Ricerca sociale della Sapienza Università di Roma.

**Manlio Maggi:** primo tecnologo, responsabile del Settore "Percezione e comunicazione dei rischi tecnologici", Servizio Rischio Tecnologico del Dipartimento RIS dell'ISPRA.

**Nevio Albo:** collaboratore a progetto presso l'ISPRA, collaboratore tecnico presso l'Istituto Nazionale di Statistica.

**Chiara Coluccia:** dottore di ricerca in Metodologia delle Scienze sociali, collaboratore tecnico presso l'Istituto Nazionale di Statistica, collabora alle attività di ricerca del Dipartimento di Comunicazione e Ricerca sociale della Sapienza Università di Roma.

**Alessandra Decataldo:** dottore di ricerca in Metodologia delle Scienze sociali, contrattista di ricerca del Dipartimento di Comunicazione e Ricerca sociale della Sapienza Università di Roma.

**Pasquale di Padova:** laureando magistrale in Sociologia e ricerca sociale avanzata presso la Sapienza Università di Roma.

**Maria Paola Faggiano:** dottore di ricerca in Metodologia delle Scienze sociali, responsabile tecnico-scientifico del Laboratorio CorisLab presso il Dipartimento di Comunicazione e Ricerca sociale della Sapienza Università di Roma.

**Francesca Marconi:** laureata in Scienze della Comunicazione, ha conseguito il master di II livello in Metodologia della Ricerca sociale presso la Sapienza Università di Roma.

**Francesco Truglia:** dottore di ricerca in Metodologia delle Scienze sociali, collabora alle attività di ricerca del Dipartimento di Comunicazione e Ricerca sociale della Sapienza Università di Roma.



# INDICE

---

Presentazione di <i>Mariano Grillo</i>	p. 9
Presentazione di <i>Stefano Laporta</i>	p. 11
Introduzione di <i>Antonio Fasanella e Manlio Maggi</i>	p. 13
1. La progettazione della ricerca-intervento di <i>Chiara Coluccia, Alessandra Decataldo, Pasquale di Padova e Francesco Truglia</i>	p. 17
1.1. Il disegno della ricerca	p. 17
1.1.1. La ricognizione delle informazioni e la predisposizione del piano di campionamento	p. 19
1.1.2. La formulazione e il pretesting del questionario	p. 22
1.1.3. Le rilevazioni delle informazioni prima e dopo l'intervento formativo	p. 24
1.1.4. L'analisi e l'interpretazione dei dati	p. 26
1.2. La configurazione spaziale delle scuole superiori nei capoluoghi laziali	p. 30
1.2.1. Il piano di campionamento	p. 30
1.2.2. Gli strumenti statistici e informatici	p. 32
1.2.3. L'atlante del socio-spazio dei comuni di Roma, Latina, Viterbo e Frosinone	p. 34
1.3. Lo strumento di rilevazione: il questionario	p. 36
1.4. I controlli della validità interna ed esterna	p. 40
1.4.1. I fattori della validità interna	p. 40
1.4.2. I fattori della validità esterna	p. 47
2. L'intervento formativo: caratteristiche ed effetti attesi di <i>Alessandra Decataldo e Francesca Marconi</i>	p. 51
2.1. Le caratteristiche della campagna informativa	p. 51
2.2. Gli effetti attesi dell'intervento formativo	p. 59
2.2.1. Gli elementi per l'analisi dei processi comunicativi	p. 59
2.2.2. L'analisi della realizzazione dell'intervento formativo per sede	p. 62
3. Analisi dell'equivalenza tra gruppo sperimentale e gruppo di controllo di <i>Chiara Coluccia</i>	p. 69
3.1. Premessa	p. 69
3.2. L'equivalenza sulle variabili di base	p. 70
3.3. L'equivalenza sul test di competenza	p. 71

3.4. La conoscenza delle fonti di radiazione nei pressi della scuola frequentata	p. 79
4. Le competenze sul tema della radioattività: analisi del cambiamento di <i>Alessandra Decataldo, Pasquale di Padova e Maria Paola Faggiano</i>	p. 81
4.1. Introduzione	p. 81
4.2. Test di competenza: controlli di qualità del dato	p. 82
4.3. L'analisi dei singoli item nel tempo	p. 86
4.4. L'analisi del cambiamento attraverso confronti dicotomici	p. 104
4.5. L'analisi delle competenze nel tempo: indici a confronto	p. 111
4.6. Lo studio del cambiamento con l'ausilio del disegno di Solomon a quattro gruppi	p. 122
4.7. Lo studio del cambiamento con l'ausilio dell'analisi della varianza	p. 125
4.8. Le ricadute dell'intervento formativo su altri aspetti dell'atteggiamento giovanile	p. 132
4.8.1. Grado di pericolosità attribuito alle fonti di radiazioni ionizzanti e agli impianti industriali	p. 135
4.8.2. Grado di pericolosità attribuito alle fonti di radiazioni ionizzanti e agli impianti: introduzione del giudizio degli esperti	p. 141
4.8.3. Altre analisi del mutamento	p. 149
5. I principali beneficiari dell'intervento formativo: aree di eccellenza o miglioramento diffuso? di <i>Maria Paola Faggiano</i>	p. 153
5.1. Indici di miglioramento, dotazione al T <sub>1</sub> e intervento formativo	p. 153
5.2. Una seconda prospettiva di analisi del cambiamento: l'introduzione degli indici 3 e 4	p. 166
5.3. Indici di miglioramento e approfondimenti sul tema nei 15 giorni che precedono al seconda rilevazione	p. 174
6. Il clima e le caratteristiche strutturali dell'intervento formativo: importanza strategica? di <i>Alessandra Decataldo</i>	p. 179
6.1. Svolgimento dell'intervento formativo e acquisizione di conoscenze in materia di radioattività	p. 179
6.2. La valutazione dell'intervento da parte degli studenti	p. 186
7. Uno sguardo d'insieme sui risultati della ricerca-intervento: un modello alla prova di <i>Antonio Fasanella</i>	p. 195
8. Ulteriori dimensioni dell'intervento: il sito web divulgativo sulla radioattività ambientale di <i>Nevio Albo</i>	p. 207
8.1. La convenzione ISPRA – MATTM e le attività di sviluppo del sito web divulgativo sulla radioattività ambientale	p. 207
8.2. I siti web sulla radioattività ambientale con maggiore visibilità	p. 209
8.3. I principali contenuti del sito	p. 216
8.4. Le principali caratteristiche tecniche	p. 219

**Contenuti del Cd-rom**

Allegato 1 - Allegato statistico al Capitolo 1

Allegato 2 - Questionario pretest

Allegato 3 - Questionario posttest gruppo sperimentale

Allegato 4 - Questionario posttest gruppo di controllo

Allegato 5 - Intervento formativo tecnici ISPRA (I e II parte)

Allegato 6 - Allegato statistico al Capitolo 4

Allegato 7 - Allegato statistico al Capitolo 6

Allegato 8 - Matrice dei dati



## PRESENTAZIONE

*di Mariano Grillo*

Direttore Generale per le Valutazioni Ambientali del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare

---

È con estrema soddisfazione che presento lo studio condotto dall'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA) – Dipartimento Nucleare, Rischio Tecnologico e Industriale (RIS) –, in collaborazione con La Sapienza Università di Roma – Dipartimento di Comunicazione e Ricerca Sociale (CORIS), svoltosi all'interno di un apposito atto convenzionale finanziato dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM) – Direzione Generale per le Valutazioni Ambientali.

Questo mio sentimento nasce dalla conoscenza delle difficoltà che sono state incontrate e superate durante l'avanzamento del progetto e dalla profonda convinzione che il lavoro che oggi viene reso pubblico sia nell'immediato futuro utile allo sviluppo della normativa in materia di tutela dall'esposizione alle radiazioni ionizzanti che viene applicata dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare.

Ritengo questo studio senza alcun dubbio rilevante nel momento storico che stiamo vivendo in cui il tema della produzione di energia elettrica da fonte atomica è al centro del dibattito sia nazionale che internazionale nei diversi aspetti che spaziano dalla convenienza economica alla necessità di una maggiore sicurezza. In questa ottica dunque il lavoro svolto è sicuramente apprezzabile per l'attenzione e la profondità dimostrate ed è indubbiamente interessante per i risultati che ha raggiunto. L'obiettivo di questa pubblicazione è però in questo caso ancora più ambizioso perché sono convinto che aprirà ed alimenterà una discussione che supererà i confini degli addetti ai lavori.

Si sintetizza e si riflette in questo volume sulle attività svolte, affrontando in maniera analitica gli effetti sociologici e comunicativi che la campagna di sensibilizzazione ha prodotto. Alcuni degli elementi forniti possono essere stati di impedimento e altri di incentivazione e l'analisi conduce in ogni caso all'evidenza della necessità di avviare momenti ulteriori di approfondimento e di partecipazione.

Il lavoro svolto non può non essere considerato uno dei primi passi indispensabili per la comprensione di un fenomeno dagli aspetti tecnici "complicati", ma che può essere presentato attraverso dei seminari divulgativi "semplici". L'esperienza vissuta deve essere lo stimolo per continuare la strada tracciata e per affinare una tecnica divulgativa di conoscenza del fenomeno che deve essere il presupposto necessario e immancabile per giungere ad una consapevolezza e alla formazione di quella "coscienza nazionale" riferita al fenomeno della radioattività, che sia di origine naturale o artificiale.



## PRESENTAZIONE

di Stefano Laporta

Direttore Generale dell'ISPRA

---

I contenuti del presente volume scaturiscono da attività relative a una convenzione stipulata nel dicembre del 2006 tra ISPRA e MATTM, che, fra l'altro, prevedeva una linea di attività, di competenza del Dipartimento RIS, dal titolo "Prevenzione dai rischi dell'esposizione a radiazioni ionizzanti".

Nell'ambito di tale linea, accanto a temi come l'"Implementazione di un sistema nazionale di monitoraggio della radioattività ambientale" e l'"Implementazione del catasto nazionale delle sorgenti fisse e mobili di radiazioni ionizzanti", è stata definita un'area tematica concernente la "Realizzazione di una serie di attività e interventi atti a creare una coscienza nazionale circa il fenomeno della radioattività naturale o indotta da attività umane (nucleare medico e nucleare di potenza)". Con essa si intendeva contribuire a dare una risposta positiva alle oggettive esigenze di una maggiore sensibilizzazione e informazione della popolazione rispetto a problematiche e fenomeni, più "noti" che "conosciuti", che, per molti aspetti, sono lontani dalla immediata percezione sensibile, e, al tempo stesso, coinvolgono l'ambiente e le attività umano-sociali in misura certamente non trascurabile. Verificare con rigore scientifico quali siano le sensibilità, le conoscenze-informazioni, gli atteggiamenti della popolazione rispetto a tali tematiche, è premessa indispensabile per qualsivoglia intervento teso a favorire una maggiore consapevolezza. Ciò ha indotto a scegliere la strada della *ricerca-intervento*: in breve, una vera e propria indagine sociologica applicata a un sottoinsieme della popolazione, affiancata da una campagna sperimentale formativo-informativa, strutturata in modo da cogliere gli effetti della campagna stessa. L'ISPRA ha sviluppato il programma unitamente a un gruppo di ricerca del Dipartimento CORIS, con il quale ha concordato di effettuare la sperimentazione presso un ampio campione di studenti delle scuole medie superiori del Lazio.

I risultati della ricerca qui presentati confermano sostanzialmente che le problematiche connesse alle radiazioni ionizzanti sono scarsamente conosciute tra i soggetti coinvolti, ma mostrano anche che, seppure in modo differenziato e quantitativamente limitato, la campagna svolta ha prodotto un cambiamento nella direzione di una maggiore consapevolezza e competenza sui temi oggetto di trattazione. La riflessione su tali effetti e l'analisi dei fattori socio-cognitivi e comunicativi che possono essere stati di impedimento e di incentivazione al cambiamento suddetto, condotte in questo volume, costituiscono una importante base da cui partire per auspicabili successivi nuovi interventi e approfondimenti.



## INTRODUZIONE

di Antonio Fasanella e Manlio Maggi

---

L'argomento "radiazioni ionizzanti", soprattutto se legato a eventi incidentali e alla presenza di fonti di rischio dovute ad attività umane (impianti, depositi, trasporti di materiali radioattivi, ecc.), suscita sempre notevoli preoccupazioni nella popolazione. Ne è un chiaro indicatore il comportamento dei mezzi di comunicazione di massa, nei quali, in questo campo, anche in caso di eventi o di situazioni che dagli addetti ai lavori potrebbero essere ritenuti scarsamente significativi, si riscontra una evidente, puntuale attenzione ed enfattizzazione. Si tratta infatti di argomenti altamente "notiziabili", ma, come per altre tematiche di carattere scientifico e complesso, la *notiziabilità* non implica necessariamente una trattazione accurata, completa (per quanto possibile) e adatta a favorire una crescita culturale e una consapevolezza critica nei destinatari: di primaria importanza per i *media* è spesso la *sensazionalizzazione e la drammatizzazione delle storie*, che ne garantisce l'*interesse e la fruibilità di massa*. In un circuito caratterizzato da un assai complesso meccanismo di influenza reciproca, *mass media* e opinione pubblica tendono a "rispecchiarsi" gli uni nell'altra, cosicché alcuni temi, eventi, situazioni suscitano in generale grande attenzione e talvolta persino allarme, mentre altri sono sottovalutati se non completamente disattesi.

L'ISPRA (e, in precedenza, l'APAT, e ancora prima, l'ANPA) ha svolto e svolge attività tese a favorire condizioni per una più diffusa consapevolezza in merito alle questioni ambientali; da un lato, sviluppando iniziative di monitoraggio e di analisi critica dell'opinione pubblica – in termini di conoscenza dei livelli di informazione, delle percezioni, degli atteggiamenti e dei comportamenti, sia in forma diretta, attraverso inchieste di tipo classico o attraverso metodi innovativi (cfr. Albo e Maggi, 2006), sia mediante l'analisi del contenuto dei *mass media* (citiamo, ad esempio, uno studio su alcuni quotidiani in materia di rischio industriale: Maggi, 2007) e una più recente indagine sulla stampa settimanale nazionale (cfr. Fasanella e Maggi, 2008) – dall'altro, realizzando, anche sinergicamente con le iniziative del primo tipo, programmi di sensibilizzazione/formazione/informazione.

In tale direzione si colloca il programma tra i risultati del quale rientra anche il presente volume. Tale programma scaturisce da una Convenzione tra Ministero dell'Ambiente e ISPRA (allora APAT), stipulata nel dicembre 2006, che prevedeva, appunto, lo svolgimento di attività finalizzate allo sviluppo delle conoscenze relative ai problemi della radioattività naturale e indotta da attività umane<sup>1</sup>. Esso si declina

---

<sup>1</sup> La convenzione tra MATTM e ISPRA, stipulata in data 29 dicembre 2006, avente per oggetto il supporto tecnico alla ex Direzione Generale per la Salvaguardia Ambientale all'elaborazione di linee guida e indirizzi metodologici, prevedeva tale area tematica all'interno della linea di attività recante il titolo "Prevenzione dai rischi dell'esposizione a radiazioni ionizzanti" (il cui referente tecnico per l'ISPRA è l'Ing. Luciano Bologna).

in un quadro teorico che attribuisce una *particolare attenzione al carattere relazionale dei processi comunicativi*: occorre considerare come “soggetti attivi” sia le figure “che parlano” sia quelle “che ascoltano”. Queste ultime sono attive sia nell’identificazione dei contenuti dei messaggi e nell’attribuzione dei significati, sia nel loro trasferimento sul piano degli atteggiamenti e dei comportamenti, nonché sulla domanda stessa di informazione. Progettare e attuare iniziative di sostegno alla comunicazione scientifica sui temi della radioattività ambientale, caratterizzata da condivisione di linguaggi, da rigorosi contenuti informativi e da una solida base conoscitiva, *significa quindi agire sia sul piano della produzione e dell’emissione dell’informazione sia su quello della ricezione, incentivando sensibilità e capacità di valutazione dei messaggi stessi*.

Sulla base di siffatti presupposti, il programma mira alla messa a punto e alla sperimentazione di *strategie comunicative efficaci per la diffusione di contenuti tematici legati al rischio radiologico*. A tal fine sembra imprescindibile poter disporre di un chiaro quadro di conoscenze preliminari relative ai destinatari del processo comunicativo, soprattutto per quanto attiene a esigenze, bisogni, motivazioni, interessi e, soprattutto, cognizioni già possedute in merito ai temi oggetto di comunicazione/trattazione. Si è così ipotizzato di procedere secondo la *logica di una ricerca-intervento*, privilegiando un disegno di indagine di tipo quasi-sperimentale. Per dare corso a tale linea, è stato individuato un *target* specifico, e potenzialmente “sensibile”, un precisamente definito segmento della popolazione generale, in relazione al quale *predisporre, realizzare e valutare una campagna di informazione sulla radioattività e sui rischi a essa connessi*. La scelta è caduta sugli studenti delle scuole medie superiori di quattro specifiche aree territoriali del Lazio, tre delle quali caratterizzate da problematiche legate alla radioattività naturale o artificiale (Viterbo, Roma-Casaccia e Latina), la restante, invece, in una posizione di “neutralità” rispetto al tema (Frosinone). Si è proceduto, quindi, nel rispetto degli standard della ricerca sperimentale, alla selezione di un campione della circoscritta popolazione, alla suddivisione di esso in un *gruppo sperimentale* (GS) e in un *gruppo di controllo* (GC), alla somministrazione di un *primo test (pretest)* sui due gruppi (al fine di ottenere una base di dati sulle conoscenze relative al tema della radioattività, già in possesso degli studenti), all’attuazione della campagna di informazione presso il solo gruppo sperimentale, alla somministrazione di un secondo test (*posttest*) su entrambi i gruppi per valutare i cambiamenti intervenuti.

La decisione di eleggere a destinatari dell’intervento gli studenti delle scuole superiori è stata naturalmente effettuata non solo e non tanto per gli indubbi vantaggi che essa presentava sul piano procedurale (facilità di raggiungimento e relativa stabilità nel tempo del target, disponibilità delle scuole a ospitare l’iniziativa, relativa facilità di realizzazione dell’intervento, ecc.) ma anche e soprattutto in considerazione del suo alto valore strategico ai fini della *mission* dell’ISPRA. Infatti, la popolazione scolastica assorbe buona parte della popolazione compresa nella fascia d’età 14-19 anni, ovvero una generazione di giovani che possono giocare *nell’immediato* un ruolo di “mediatori culturali” tra le agenzie esterne (nel nostro caso l’ISPRA) e la famiglie da cui essi provengono, facendosi veicolo di trasmissione di contenuti comunicativi di interesse generale. D’altra parte, si può immaginare che una corretta azione di informazione e di sensibilizzazione diretta a tale target possa contribuire all’adozione, in prospettiva, di comportamenti e modelli di azione sostenibili, rappresentando perciò una forma – per così dire – di investimento *sul futuro*.

I risultati dell'esperimento di seguito esposti hanno consentito *un'attenta valutazione dell'efficacia* del piano di intervento realizzato e la formulazione di alcune indicazioni per *apportare le necessarie correzioni e integrazioni*. Tutto ciò rappresenta anche un apporto conoscitivo rilevante ai fini della progettazione e realizzazione, attualmente in fase di sviluppo, di un *sito web* divulgativo sulla radioattività ambientale, nel quale figurerà, fra le altre, una *sezione appositamente dedicata agli insegnanti*, collaboratori decisivi e imprescindibili per il consolidamento di iniziative di questo genere, che ospiterà protocolli e schede didattiche sperimentati e valutati nel corso della ricerca.

Il presente volume è corredato di un Cd-rom contenente 8 Allegati, di cui 6 con estensione *.pdf*, 1 *.ppt*, 1 *.sav*. Nello specifico, come si può anche leggere analiticamente nell'indice, si tratta:

- di 3 allegati statistici, rispettivamente ai Capitoli 1, 4 e 6. In tal caso, l'intento è quello di offrire al lettore l'intera gamma di Tavole, Tabelle, Grafici e Figure realizzati, laddove, per ovvie esigenze di sintesi e di efficacia espressiva, nei Capitoli di riferimento figura, facendo salva la numerazione, una selezione mirata di essi, stante, comunque, il rinvio, in ciascuna sezione di lavoro, a tutte le evidenze empiriche prodotte (cfr. Allegati 1, 6, 7).
- di 3 questionari: quello utilizzato in fase di *pretest* su entrambi i gruppi, quello destinato al gruppo sperimentale nel *posttest*, quello somministrato al gruppo di controllo nel *posttest* (cfr. Allegati 2, 3, 4).
- dei materiali didattici messi a punto e utilizzati dai tecnici ISPRA nel corso dell'intervento formativo rivolto agli studenti del gruppo sperimentale (cfr. Allegato 5).
- della matrice dei dati (cfr. Allegato 8), costruita con l'ausilio del *software PASW Statistics 18*, quale esito dell'immagazzinamento, per ciascuno dei casi raggiunti in tutte le fasi dell'indagine, delle informazioni raccolte con il questionario. Ad ogni riga della matrice dei dati corrispondono gli stati di ogni singolo studente, del gruppo sperimentale e del gruppo di controllo, sull'intera gamma di variabili relative ai due tempi dell'esperimento, stante una riuscita operazione di *matching* (cfr. Cap. 1).

La scelta di pubblicare sia i materiali didattici usati dal personale ISPRA che ha realizzato l'intervento formativo (Allegato 5) sia la matrice dei dati (Allegato 8), oltre alla consueta documentazione relativa agli strumenti di raccolta dei dati e agli allegati statistici, richiede solo qualche parola di commento.

Cominciamo dalla matrice, facendo presente che la sua disponibilità, insieme con i risultati complessivamente prodotti dall'indagine, è legata all'esigenza di consentire al lettore di *controllare attivamente* proprio tali esiti. Infatti, dal momento che nel volume sono costantemente descritte tutte le procedure logiche e tecniche che hanno portato alla costruzione del risultato "finale", chiunque intenda replicare i passaggi attuati per il trattamento dei dati e/o testare soluzioni innovative a parità di informazioni di partenza, potrebbe, essendo nella condizione di farlo e disponendo della matrice dei dati, procedere senza difficoltà. Da questo punto di vista, appare chiaro che la matrice dei dati rappresenta uno strumento agevolmente prestabile a usi didattico-esercitazionali, che vivamente auspichiamo.

In quanto ai supporti usati nel corso dell'intervento formativo dagli esperti dell'ISPRA, immaginiamo una doppia fruizione. Da un lato, da parte di un lettore meno esperto, il quale, grazie a essi, può essere introdotto al tema delle radiazioni ionizzanti e può altresì accertarsi del grado di corrispondenza tra i contenuti cogni-

tivi di tali materiali e i contenuti degli item del questionario progettati proprio per testare il possesso e l'eventuale evoluzione delle conoscenze degli studenti in tema di radioattività. Ma esiste anche, dall'altro, la sperabile eventualità di un uso meno "limitato", ad opera di lettori mediamente o altamente consapevoli – pensiamo anche e soprattutto ancora una volta ai docenti di istituti scolastici afferenti ai competenti settori disciplinari. Essi potrebbero assumere la documentazione predisposta dall'ISPRA quale sussidio direttamente e immediatamente utilizzabile a fini pratico-didattici; inoltre, quale base per un confronto anche critico volto all'apporto di revisioni/integrazioni di ordine formale e sostanziale nella direzione di una maggiore efficacia formativa. Come si può immaginare e come sarà chiaro dalla lettura del volume, entrambe queste destinazioni sono da ritenere perfettamente in linea con i più che confortanti risultati, nonché con le finalità della ricerca sperimentale che qui presentiamo, e perciò altamente raccomandabili.

A tale proposito, una notazione finale. Il pacchetto che licenziamo (volume + Cd-rom) costituisce a tutti gli effetti un *kit* completo per la realizzazione di altre esperienze di ricerca-intervento, simili alla nostra, a condizione che sia affidata a personale qualificato. A chiunque fosse interessato, quindi, dichiariamo la nostra disponibilità a fornire ogni indicazione e chiarimento ulteriore rispetto a quanto qui pubblicato e formuliamo un caloroso augurio di buon lavoro.

# 1. LA PROGETTAZIONE DELLA RICERCA-INTERVENTO

di Chiara Coluccia, Alessandra Decataldo, Pasquale di Padova e Francesco Truglia<sup>1</sup>

---

## 1.1. Il disegno della ricerca

Il Dipartimento Nucleare, Rischio tecnologico e Industriale (RIS) dell'Istituto Superiore per la ricerca e la protezione ambientale (ISPRA), nel corso del mese di settembre 2009, ha affidato al Dipartimento di Ricerca sociale e metodologia sociologica "G. Statera" (attualmente Comunicazione e Ricerca sociale) della Sapienza Università di Roma una ricerca-intervento finalizzata a predisporre, attuare e valutare una campagna di comunicazione per informare la popolazione laziale in merito ai rischi da esposizione a sorgenti di radiazioni.

Come noto, dal 1988, vengono condotte in Italia dall'Istituto superiore di Sanità (ISS) e dall'Agenzia per la protezione dell'ambiente e per i servizi tecnici (APAT, oggi ISPRA) indagini sulla radioattività naturale nelle abitazioni, che forniscono un monitoraggio dell'esposizione della popolazione al radon. Quest'ultimo è un gas radioattivo di origine naturale e rappresenta la componente radiologica di maggior rischio per la popolazione. La concentrazione media nazionale italiana di radon è 70 Bq/m<sup>3</sup> (e si tratta già di un valore elevato rispetto alla media mondiale, valutata intorno a 40 Bq/m<sup>3</sup>, e quella europea, di circa 59 Bq/m<sup>3</sup>), ma nel Lazio e in Lombardia tale valore sale fino a 100-120 Bq/m<sup>3</sup>. La popolazione di queste due regioni si trova così ad essere particolarmente esposta alla radioattività naturale originata dal cosmo e dalle sostanze radioattive presenti nell'ambiente e negli alimenti, cui si aggiungono le radiazioni di origine artificiale derivanti dalle cure mediche, dalle attività industriali e di ricerca, dagli esperimenti.

A livello nazionale e internazionale si è potuto registrare negli ultimi decenni una crescente attenzione verso i problemi della protezione dell'uomo e dell'ambiente dai danni causati dalle radiazioni. È nata così la radioprotezione, ossia l'insieme di principi, tecniche e raccomandazioni volte alla salvaguardia dei singoli individui e della popolazione e alla prevenzione dei rischi/riduzione dei danni causati dall'esposizione alle radiazioni ionizzanti.

Nel corso della ideazione dell'indagine, si è ritenuto opportuno progettare nel territorio laziale un intervento rivolto non alla popolazione in senso lato, bensì ai giovani di età compresa tra i 14 e i 19 anni, un pubblico che, per gli specifici tratti che lo contraddistinguono, può essere rappresentato nei termini di un *target* strategico. Tale pubblico giovanile rappresenta, infatti, un terreno fertile per l'attecchimento e la riproduzione a beneficio delle generazioni future di conoscenze, valori, modelli di comportamento

---

<sup>1</sup> Il Par. 1.1. è stato redatto da Alessandra Decataldo, l'1.2. da Francesco Truglia, l'1.3. da Chiara Coluccia, l'1.4. da Pasquale di Padova.

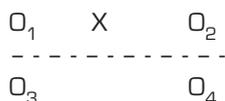
improntati a una corretta e razionale gestione del rischio ambientale. Ma, oltre a costituire un investimento di lungo periodo, i giovani rappresentano altresì nell'immediato un importante *medium* capace di veicolare informazione all'interno delle famiglie dalle quali essi provengono, determinandosi così condizioni atte alla tematizzazione e alla discussione di problematiche che, diversamente, potrebbero rimanere fuori dalla portata di questo più ampio bacino di possibili destinatari. Inoltre, i rappresentanti di questa fascia d'età frequentano per la grandissima parte la scuola e risultano, pertanto, piuttosto facilmente raggiungibili. A ciò si deve aggiungere il fatto che la scuola si presta – si potrebbe dire naturalmente – sia da un punto di vista logistico, sia da un punto di vista funzionale, ad accogliere iniziative di tale genere.

È stata, così, progettata una ricerca-intervento sulla percezione dei rischi da esposizione alle fonti di radiazione, realizzata lungo un arco di 12 mesi. È stato adottato un disegno di ricerca di tipo quasi-sperimentale, ossia una specifica strategia di indagine che permette la manipolazione di alcune variabili e lo studio degli effetti di queste su altre [cfr. Campbell e Stanley, 1966; ed. it. 2004].

L'idea è che, tramite l'adozione di un disegno di ricerca di questo tipo, si abbia la possibilità di imputare all'introduzione della campagna informativa predisposta dagli esperti dell'ISPRA eventuali differenze relative alla competenza in tema di radiazioni ionizzanti tra gli studenti del GS e quelli del GC [sui controlli di validità interna ed esterna cfr. Par. 1.4.<sup>2</sup>].

Si tratta di uno studio *quasi-sperimentale* perché, come si avrà modo di illustrare successivamente [cfr. Par. 1.1.1.], viene meno nella ricerca-intervento progettata quel requisito fondamentale dell'equivalenza fra GC e GS che permette di definire la ricerca come *sperimentale* vera e propria. I disegni con gruppo di controllo sono, infatti, di due tipi: il disegno sperimentale 4, che prevede l'impiego di gruppi equivalenti ottenuti attraverso l'assegnazione casuale, ed il disegno quasi-sperimentale 10, che si avvale invece di gruppi di comparazione già esistenti, la cui composizione non viene alterata e la cui equivalenza non è affatto certa (*ibid.*). Il disegno di indagine impiegato, seguendo Campbell e Cook (1979), è il 10 e si può descrivere come disegno con pretest, posttest e gruppo di controllo non equivalente. Questo tipo di disegno è il fedele rispecchiamento dell'indagine sperimentale vera e propria che si può condurre nello stesso modo ma, anziché su gruppi naturali, assegnando i soggetti a quello sperimentale o di controllo attraverso procedure di selezione casuale. Quest'ultima strategia di ricerca è fra le migliori conosciute nell'ambito delle indagini sperimentali poiché è in grado di pervenire ad un controllo pieno di tutti i requisiti di validità interna [sui motivi per cui in questa sede si è optato per un disegno quasi-sperimentale si rinvia al Par. 1.1.1.].

Il disegno adottato è graficamente rappresentabile come segue:



(fonte: Campbell e Stanley, 1966; ed. it. 2004)

Fig. 1.1. – Il disegno con pretest, posttest e gruppo di controllo non equivalente

<sup>2</sup> Si ricorda al lettore che, per i riferimenti a Paragrafi, Tabelle, Tavole, Grafici e Figure, la prima indicazione numerica è relativa al Capitolo di pertinenza.

Nell'immagine precedente ciascuna riga si riferisce ad uno specifico gruppo coinvolto nell'esperimento: la prima, con l'intervento della variabile X, rappresenta quello sperimentale, mentre la seconda, nella quale la variabile X è assente, il gruppo di controllo. Le quattro "O" si riferiscono alle osservazioni effettuate sui gruppi: la colonna precedente ad X ci indica che il pretest è stato svolto contemporaneamente su entrambi i gruppi, e lo stesso dicasi per il posttest rappresentato dalla colonna che segue l'intervento sperimentale. In questo caso specifico, come si avrà modo di illustrare tra poco (cfr. Par. 1.1.3.), data l'ampia numerosità dei soggetti coinvolti e le diverse esigenze delle scuole, tale simultaneità è solo tendenziale.

La linea tratteggiata posta fra le due righe rappresenta la naturalità dei gruppi stessi, ossia il fatto che essi non derivino da procedure di composizione tramite randomizzazione predisposte dal ricercatore.

### *1.1.1. La ricognizione delle informazioni e la predisposizione del piano di campionamento*

Nel corso del mese di settembre 2009 si è proceduto a un *dépistage* bibliografico rispetto alla letteratura scientifica disponibile sul tema dei rischi da esposizione a sorgenti di radiazioni. Parallelamente si è proceduto al reperimento, presso gli Uffici scolastici provinciali, degli elenchi delle scuole medie superiori presenti nelle quattro città individuate come contesto d'analisi (Viterbo, Roma, Latina e Frosinone). La scelta delle città è stata effettuata in base alla presenza, all'interno del loro territorio, di fonti di radiazioni artificiali o naturali: tre dei siti selezionati sono interessati da importanti manifestazioni di radioattività naturale (Viterbo) o artificiale (Roma – a causa della presenza dell'impianto e del centro di ricerca nucleare di Enea Casaccia – e Latina – a ragione della centrale elettronucleare spenta di Borgo Sabotino), mentre il quarto riveste una posizione di sostanziale neutralità rispetto a tali problematiche (Frosinone).

Ottenuti tali elenchi si è potuto procedere alla configurazione spaziale delle scuole superiori nei comuni di Latina, Frosinone, Roma e Viterbo (nei mesi di ottobre-novembre 2009), (cfr. Allegato 1). Tale operazione si è resa necessaria poiché si era stabilito che la scelta degli studenti da intervistare sarebbe avvenuta seguendo un piano di campionamento ragionato a grappolo nel quale le unità non sarebbero stati i singoli studenti, ma grappoli o *cluster* di unità elementari corrispondenti agli iscritti agli istituti selezionati (per i criteri che hanno orientato tale scelta si rinvia al Par. 1.1.4.). L'esecuzione del piano di campionamento è stata, quindi, preceduta da un'analisi che ha utilizzato gli strumenti della *Statistical Spatial Analysis* (cfr. Par. 1.3.).

In base al piano di campionamento, e seguendo le indicazioni dell'analisi spaziale, sono stati individuati 24 istituti (6 – 2 licei, 2 istituti tecnici e 2 istituti professionali – per ognuno dei 4 comuni prescelti). La selezione delle scuole è stata effettuata nell'ipotesi di una maggiore informazione pregressa sui rischi connessi all'esposizione a fonti di radiazione ionizzante e una conseguente maggiore ricettività nei confronti degli stimoli di una campagna informativa (cfr. Par. 1.1.3.) da parte degli studenti delle scuole gravitanti nelle aree laziali prossime a sorgenti, naturali e artificiali, di irradiazione. È da tempo noto, infatti, che sull'attenzione e sull'assimilazione di informazioni influisca l'esperienza diretta di un problema e che gli individui motivati ad acquisire l'informazione tendano ad incamerarla più velocemente rispetto ad altri poco motivati (cfr. Ettema and Kline, 1977; Tyler, 1980; Gaziano, 1983; Tyler and Cook, 1984).

La scelta degli istituti localizzati nel comune di Roma è stata effettuata in base alla distanza tra ognuno di essi e la località Casaccia (dove si trova appunto il Centro di ricerca dell'Enea, ossia la potenziale fonte di radiazioni ionizzanti). Si sono inizialmente selezionati i 6 istituti più vicini (a circa 15 km) al cosiddetto "punto sorgente" Casaccia, coerentemente con l'ipotesi che, a causa della vicinanza (presumibilmente anche abitativa, dal momento che il bacino d'utenza degli istituti scolastici è solitamente rappresentato dai giovani residenti nelle vicinanze) rispetto al Centro di ricerca dell'Enea, questi giovani sarebbero potuti risultare più informati circa il rischio che deriva dall'esposizione a fonti di radiazioni.

In un secondo momento (constatata l'indisponibilità di due presidi degli istituti siti in questa prima fascia ad autorizzare la realizzazione della ricerca-intervento), le stesse operazioni sono state ripetute per l'area e gli istituti distanti da Casaccia da 15 a 20 km (cfr. Par. 1.3.).

Anche per il comune di Latina si è seguito lo stesso iter analitico. In questo caso le distanze sono state calcolate rispetto a Borgo Sabotino (centro noto per la presenza sul territorio di una centrale nucleare inutilizzata, chiusa nel 1988 a causa del disastro di Chernobyl e dei referendum abrogativi del 1987), mentre le statistiche demografiche riguardano le unità di censimento comprese in un perimetro, individuato in base al *baricentro urbano*, che racchiude un'area di circa 11 km<sup>2</sup>. In quest'area si localizzano ben 11 dei 12 istituti presenti nel territorio comunale (*ibid.*).

Tali operazioni non si sono rese necessarie per i comuni di Viterbo, a causa dell'estensione della radioattività naturale all'intero territorio, e Frosinone, non interessato da tali problematiche. Per queste città si è, pertanto, proceduto a scegliere le scuole più popolate.

Nel corso del mese di novembre si è proceduto per ognuna delle città a contattare i presidi delle scuole selezionate al fine di illustrare gli obiettivi della ricerca-intervento ed ottenere il loro consenso. Inizialmente si era pensato di dividere il campione originario di 120 classi facenti capo ai 24 istituti in 2 formazioni, ognuna tendenzialmente composta da 60 classi facenti capo a 12 istituti. L'operazione di suddivisione, che sarebbe dovuta avvenire dopo la prima rilevazione, sarebbe dovuta essere effettuata in modo che, tenendo conto delle variabili di atteggiamento maggiormente significative ai fini della ricerca-intervento, fossero massimamente soddisfatti i criteri di uguaglianza intergruppi e differenziazione intragruppo. Però, durante la fase di presa di contatto con le scuole, i presidi hanno avanzato specifiche esigenze di programmazione, tali per cui è stato necessario individuare immediatamente le scuole da inserire nel GC e nel GC. In ogni scuola inserita nel gruppo sperimentale, inoltre, ciò ha avuto il pregio di arginare l'effetto di propagazione delle informazioni relative all'intervento dalle classi coinvolte a quelle non coinvolte.

La decisione di assegnare intere scuole all'uno o all'altro gruppo, senza ricorrere a procedure di randomizzazione, assumendo come unità d'analisi lo studente, si è dimostrata particolarmente utile a fornire garanzie sulla correttezza dello svolgimento della ricerca. La randomizzazione avrebbe, infatti, creato non pochi disagi sia per gli studenti che per le stesse scuole. Infatti, avrebbe voluto dire, ad esempio, richiamare da una classe solo quei ragazzi sorteggiati per il GS e, ovviamente, predisporre un intervento formativo per tutte le scuole selezionate per la ricerca, anziché solo per la metà di esse come in effetti è avvenuto. Inoltre, come sarà più chiaro nel prosieguo della lettura (cfr. Par. 1.4.), fare distinzioni all'interno della

stessa classe fra ragazzi da sottoporre a trattamento sperimentale e non avrebbe ingenerato problemi tali di *reattività* nei confronti delle procedure di ricerca da rendere l'intera indagine assolutamente inattendibile.

Dal previo ed attento esame delle condizioni concrete nelle quali l'intera ricerca-intervento si sarebbe svolta, è emerso che un disegno d'indagine, sulla carta più debole del suo "fratello maggiore" sperimentale di cui ne rappresenta il rispecchiamento, si sarebbe dimostrato al contrario non solo assai più praticabile dal punto di vista organizzativo e operativo, ma anche maggiormente attrezzato a fronteggiare tutti quegli elementi di disturbo che saranno analizzati nel Par. 1.4.

Adottando un criterio strettamente casuale, una delle due formazioni così ottenute è stata identificata come GS, il quale è stato coinvolto nella realizzazione della campagna dell'ISPPRA (cfr. Par. 1.1.3.), mentre l'altra è andata a rappresentare il GC, per il quale non si era prevista alcuna esposizione.

La tabella 1.1. permette di osservare le scuole prescelte per ognuna delle città, distinguendo tra GS e GC.

Tab. 1.1. - Scuole campionate

Città	GS	GC
Roma	Liceo classico De Sanctis IPSSAR via Lombroso ITIS via Lombroso	Liceo scientifico Pasteur IPSCT Stendhal ITIS Fermi
Frosinone	Istituto magistrale Fratelli Maccari IPSIA Galilei ITC da Vinci	Liceo classico Turriziani IPSS Angeloni ITG Brunelleschi
Latina	Liceo scientifico Majorana IIS Sani-Salvemini ITIS Marconi	Liceo classico Alighieri IPAA San Benedetto ITC Galilei
Viterbo	Liceo classico Buratti IPSIA Marconi ITC Savi	Liceo scientifico Ruffini ISS Orioli ITGS da Vinci

Non tutti i presidi delle scuole prescelte hanno, come già accennato, accordato la disponibilità a realizzare la ricerca-intervento; pertanto, si è rivelato necessario procedere alla sostituzione di due scuole a Roma e Viterbo, una scuola a Latina. A Roma si è proceduto a selezionare 2 licei nella fascia di istituti distanti da 15 a 20 km da Casaccia; a Viterbo, dove gli istituti presenti sul territorio comunale sono solo sette, il liceo scientifico Ruffini è stato sostituito da un liceo scientifico (Cannonica) del comune di Vetralla, mentre l'istituto tecnico da Vinci dall'ex scuola magistrale Santa Rosa da Viterbo; a Latina si è selezionato l'istituto professionale immediatamente successivo in termini di distanza da Borgo Sabotino (cfr. Tab. 1.2.).

Per ciascuno degli istituti rientranti nel campione si è proceduto ad un'ulteriore selezione di 5 classi nelle quali effettuare la rilevazione, in modo da coprire l'intero arco della formazione, dal I al V anno di studio, e ottenere dati relativi a tutte le fasce d'età coinvolte nell'indagine. Si è preferito, per ogni istituto, selezionare classi appartenenti a sezioni e indirizzi formativi diversi.

Tab. 1.2. - Scuole effettive

Città	GS	GC
Roma	Liceo classico Tacito IPSSAR via Lombroso ITIS via Lombroso	Liceo scientifico Archimede IPSCT Stendhal ITIS Fermi
Frosinone	Istituto magistrale Fratelli Maccari IPSIA Galilei ITC da Vinci	Liceo classico Turriziani IPSS Angeloni ITG Brunelleschi
Latina	Liceo scientifico Majorana IPSIA Mattei ITIS Marconi	Liceo classico Alighieri IPAA San Benedetto ITC Galilei
Viterbo	Liceo classico Buratti IPSIA Marconi ITC Savi	Liceo scientifico Canonica ISS Orioli Ex scuola magistrale Santa Rosa da Viterbo

### 1.1.2. La formulazione e il pretesting del questionario

Nel corso del mese di dicembre 2009, mentre gli esperti dell'ISPRa andavano delineando gli argomenti che avrebbero trattato nel corso degli interventi nelle scuole, si è proceduto a progettare e costruire uno strumento di rilevazione nella forma di un questionario semi-strutturato, da utilizzarsi in regime di autosomministrazione, per la raccolta delle informazioni relative alle caratteristiche socio-anagrafiche e di atteggiamento verso l'oggetto della campagna dell'ISPRa di informazione (riguardante appunto i rischi da esposizione a sorgenti di radiazioni). In particolare, il questionario contiene item relativi alle dimensioni percettiva, cognitiva, valutativa, emotivo-affettiva e conativa dell'atteggiamento verso il rischio.

La concettualizzazione e l'operativizzazione di ciascuna delle dimensioni teoricamente rilevanti sono state strettamente coerenti con i programmi e i materiali didattico-informativi che andavano costituendo la campagna dell'ISPRa (messi a disposizione dagli esperti) [cfr. Par. 2.1.] al fine di consentire la successiva valutazione degli effetti della stessa.

Lo strumento è stato sottoposto a collaudo così da poterne testare il funzionamento e la capacità di soddisfare gli *standard* di validità richiesti (cfr. Par. 1.4.). Il *pretesting* è avvenuto nel corso del mese di gennaio 2010 nelle classi I, III e V del liceo scientifico Gullace Talotta e dell'istituto professionale psicopedagogico Piaget, entrambi siti nel quartiere Cinecittà di Roma.

La prima versione dello strumento risultava composta di 44 quesiti, organizzati in 5 aree problematiche:

1. informazioni sulle questioni ambientali (6 domande);
2. conoscenze sul tema della radioattività (18);
3. percezione del rischio (3);
4. esposizione al rischio (3);
5. informazioni socio-anagrafiche (14).

Le domande prevedevano prevalentemente modalità di risposta di tipo *chiuso* e, in minima parte, di tipo *aperto*, per le quali l'intervistato avrebbe dovuto fornire una risposta in assenza di un piano di chiusura. Alcune di esse prevedevano semplicemente di scegliere fra una serie limitata di alternative di risposta, altre di indicare la propria opinione in merito a tutte le modalità di risposta indicate, altre ancora di costruire un ordinamento fra un insieme di elementi, altre, infine, di graduare la

propria posizione. Alcune domande richiedevano specificatamente di fare riferimento a un periodo delimitato di tempo. Per la definizione di ciascuna area, la natura del tema trattato ha richiesto, oltre all'analisi della letteratura sull'argomento, un confronto continuo con il committente, in particolar modo per l'individuazione degli argomenti e per la costruzione delle domande relative alle conoscenze sul tema della radioattività (per la rendicontazione della progettazione e della costruzione di ogni specifica domanda, si rinvia al Par. 1.3.).

Data la specificità delle questioni affrontate e la conseguente complessità dei contenuti delle domande, si è deciso di testare due diverse modalità di somministrazione del questionario. Nelle classi I e III del liceo scientifico e V dell'istituto professionale si è proceduto ad una breve presentazione della ricerca e all'illustrazione delle note tecniche alla compilazione delle domande (inserite nel questionario stesso) prima dell'avvio della compilazione. Nelle rimanenti classi si è proceduto a una compilazione guidata delle domande: il ricercatore presente in aula ha letto e spiegato le modalità di compilazione di ogni singola domanda e solo successivamente gli studenti hanno potuto procedere alla compilazione (il questionario è stato, pertanto, letto e compilato domanda per domanda).

Al termine del collaudo la prima modalità di compilazione è parsa la più efficace, dal momento che la seconda allungava notevolmente i tempi di compilazione, producendo stanchezza e mancanza di concentrazione negli intervistati. Nel corso delle operazioni di somministrazione del questionario e immissione dei dati in matrice, i ricercatori hanno predisposto un report volto ad evidenziare:

- tendenza al *response set*;
- quota di risposte "non so";
- quota di mancate risposte (*missing*);
- grado di comprensione delle domande;
- numero di errori nelle risposte alle scale d'atteggiamento;
- stima del grado di informazione;
- comprensione dei termini;
- leggibilità grafica delle risposte;
- richieste di chiarimento (evidenziandone la natura e specificando le relative domande del questionario);
- richieste in merito all'anonimato;
- tempi necessari per la compilazione.

Da tali informazioni e dall'elementare analisi statistica effettuata sui 111 questionari compilati (ma anche dalle osservazioni fornite dal gruppo di ricerca dell'ISPRA) è stato possibile apprezzare la qualità complessiva delle domande e delle relative modalità di risposta, ma anche trarre utili suggerimenti per semplificare il linguaggio utilizzato (a volte eccessivamente tecnico) e le modalità di compilazione.

Si è giunti, così, a tre versioni del questionario: una relativa alla prima rilevazione e due alla seconda (cfr. Allegati 2-3). La versione relativa alla prima rilevazione ha previsto la somministrazione delle domande a tutti gli intervistati nella stessa formulazione e nella stessa sequenza a prescindere dall'appartenenza dei soggetti al GS o al GC; nella fase di posttest, invece, sono state introdotte due differenti versioni del questionario in funzione di tale appartenenza. Mentre lo strumento utilizzato in fase di pretest si compone di 43 domande, in fase di posttest, da un lato, sono state introdotte variazioni nello stimolo (testo delle domande) e, dall'altro,

sono stati aggiunti dei quesiti in funzione della necessità di circoscrivere l'arco temporale di riferimento e di indagare aspetti supplementari del problema di indagine ritenuti in ipotesi rilevanti. Pertanto, il questionario utilizzato per il posttest è risultato composto di 44 domande per il GC e di 46 per il GS (cfr. Par. 1.3.).

L'assetto complessivo del questionario, in quanto a grafica adottata, note alla compilazione, numero di domande e di risposte precodificate, livello di strutturazione di domande e risposte, ordine dei quesiti, *wording*, ecc., si è rivelato di grande efficacia [corretta e completa compilazione dei questionari raccolti, scarsa diffusione di *response set* e mancate risposte, contenuto ricorso alla modalità di risposta "non so" nel caso del test di competenza, ecc.].

### *1.1.3. Le rilevazioni delle informazioni prima e dopo l'intervento formativo*

Prima di iniziare la rilevazione, è stato richiesto a tutti i presidi di rendere disponibile l'elenco dei nominativi degli studenti frequentanti le classi selezionate. Tale indicazione è stata, infatti, indispensabile per effettuare il *matching* tra le informazioni fornite dall'intervistato nel corso della prima rilevazione e quelle date durante la seconda. Naturalmente tale trattamento è stato improntato ai principi di correttezza, liceità e trasparenza e tutelando la riservatezza e i diritti degli alunni (i dati personali sono stati conservati in una forma che ha consentito l'identificazione dell'interessato per un periodo di tempo non superiore a quello necessario agli scopi per i quali essi sono stati raccolti).

Dopo aver proceduto al necessario addestramento dei rilevatori, il questionario è stato somministrato nelle classi dei 24 istituti prescelti ai fini dell'indagine<sup>3</sup>. Nella fase preliminare alla rilevazione è stata cura dei coordinatori assicurarsi che fossero coinvolte nell'indagine le classi più numerose e maggiormente eterogenee sotto il profilo della caratterizzazione per genere.

Preliminarmente era stata progettata un'introduzione che i ricercatori hanno riportato fedelmente il giorno della prima rilevazione. Essa è consistita in una breve presentazione dell'indagine e del questionario, soffermandosi, in particolare, sulle note alla compilazione delle domande secondo la modalità sperimentata in fase di collaudo (cfr. Par. 1.2.).

I ricercatori, inoltre, erano stati istruiti in merito alla necessità di:

1. far sostituire la classe nel caso di numero di assenti particolarmente elevato, onde arginare il problema della mortalità campionaria, che si sarebbe comunque presentata a causa del numero di occasioni in cui gli intervistati avrebbero dovuto essere contattati.
2. Non dare suggerimenti in merito al contenuto delle domande per non alterare i risultati relativi alla competenza in tema di radioattività; i ricercatori avrebbero dovuto, invece, qualora si fosse rivelato necessario, fornire i suggerimenti utili alla compilazione del questionario.
3. Assegnare i questionari in ordine alfabetico (così da poter associare il nome dello

---

<sup>3</sup> Il coordinamento della rilevazione è stato affidato, nella città di Roma, ad Antonio Fasanella e Maria Paola Faggiano; a Frosinone, ad Alessandra Decataldo e Marta Di Folco; a Latina, a Chiara Coluccia e Francesca Marconi; a Viterbo, a Francesca Macrì e Isabella Latini. I rilevatori dei diversi contesti sono stati: Pasquale di Padova, Giampiero d'Alessandro, Annalisa Di Benedetto, Enrico Nerli Ballati, Maria Carmela Russo, Andrea Amico, Nicoletta Brachini.

studente a un codice di riconoscimento) e annotare i nomi degli studenti nel foglio predisposto, in modo da facilitare la successiva operazione di *matching*.

4. Richiedere l'assenza dei docenti dalla classe, onde evitare che potessero influenzare l'andamento della rilevazione suggerendo le risposte, inibendo le domande degli studenti, ecc.
5. Organizzare i questionari in cartelline, sulle quali indicare classe, scuola, indirizzo, numero di totale alunni, numero di assenti, appartenenza al GS o GC, elenco dei nominativi degli alunni.

Nel corso delle operazioni di somministrazione del primo questionario (avvenute nel corso del mese di febbraio 2010, ad eccezione del liceo scientifico Canonica di Vetralla, come si può osservare nella tabella 1.3.) e immissione dei dati in matrice (realizzata immediatamente dopo la rilevazione), i ricercatori hanno predisposto un report volto ad evidenziare le stesse informazioni raccolte durante la fase di collaudo (cfr. Par. 1.1.2.).

Le fasi di pretest e posttest sono state realizzate tenendo i ragazzi nelle proprie classi, anche al fine di evitare indesiderati effetti di reazione alle condizioni sperimentali.

L'intervento formativo nelle scuole appartenenti al GS è stato programmato nei giorni immediatamente successivi alla prima rilevazione (cfr. Tab. 1.1.3.). La sua realizzazione (per la cui progettazione e realizzazione si rinvia al Cap. 2) è stata preceduta dalla messa a punto, a cura degli esperti dell'ISPRA, di un programma generale di informazione, centrato sulle tematiche del rischio da esposizione a fonti radioattive naturali e artificiali e strutturato in un coerente sistema operativo costituito da schede didattiche su supporto visivo. Il programma così predisposto è stato implementato, tra la fine di febbraio e l'inizio di marzo 2010, con lo svolgimento da parte di personale tecnico/di ricerca dell'ISPRA di una lezione della durata di circa due ore in ogni singola scuola rientrante nel GS. Per ragioni logistiche e gestionali, di cui si tratterà più approfonditamente nel Par. 2.1., tale lezione si è tenuta in seduta plenaria, coinvolgendo le cinque classi campionate per ogni istituto scolastico. Questa scelta è stata dettata anche dalla natura quasi-sperimentale del disegno di ricerca, che ha implicato un breve intervallo di tempo tra l'intervento formativo e il posttest e ha permesso di contenere il fattore di mortalità nel GS con la riduzione a solo 3 (due rilevazioni e un intervento) delle occasioni in cui i soggetti intervistati avrebbero dovuto risultare presenti.

L'intervento formativo è stato incentrato su: l'origine, gli impieghi e i rischi delle radiazioni ionizzanti (cfr. Allegato 5). Per facilitare l'ascolto e la comprensione dei temi proposti, gli esperti dell'ISPRA hanno realizzato e illustrato, nel corso dell'intervento, una serie di 88 slide organizzate in quattro sezioni:

1. radiazioni ionizzanti e rischi connessi;
2. impieghi delle radiazioni ionizzanti;
3. utilizzo dell'atomo per la produzione di energia;
4. gestione dei rifiuti radioattivi.

Nel corso dell'intervento, i coordinatori delle unità locali (2 esperti in tutoraggio d'aula per ognuna delle 4 città, facenti parte del gruppo di lavoro dell'Università) hanno rilevato le presenze degli alunni, in modo da poter utilizzare questa informazione in sede di analisi dei dati.

I coordinatori delle unità locali hanno svolto il ruolo di osservatori esterni, raccogliendo annotazioni per ognuna delle scuole in merito allo svolgimento dell'inter-

vento (in termini di clima presente nel corso dell'intervento formativo) e alle caratteristiche strutturali dell'aula, soffermandosi in particolare su:

- livello generale di attenzione degli studenti;
- livello generale di interesse degli studenti;
- grado di consapevolezza degli studenti (eventuale apertura di dibattito, domande, ecc.);
- grado di comprensione dei termini da parte degli studenti;
- leggibilità grafica del materiale esposto;
- richieste di chiarimento (quali questioni e richieste di quale natura);
- tempi di presentazione;
- episodi da segnalare, ossia specifici eventi che potessero aver disturbato il flusso comunicativo tra il relatore e gli uditori;
- dimensioni dell'ambiente utilizzato;
- disponibilità di posti a sedere;
- visibilità;
- acustica;
- dotazione tecnica dell'aula.

La presenza dei ricercatori nel corso dell'intervento formativo (così come in tutte le occasioni costitutive dell'esperimento) e l'analisi delle note di campo da questi raccolte hanno rappresentato la prima garanzia per il controllo del cosiddetto fattore di validità "storia interna" (cfr. Par. 1.4.1.).

Per ovvie ragioni pratiche le sessioni sperimentali non hanno potuto svolgersi in assoluta contemporaneità (cfr. Tab. 1.3.).

Le informazioni così raccolte sono state poi utilizzate per valutare *ex ante* (cfr. Par. 2.2.) ed *ex post* (cfr. Cap. 6), in sede di analisi dei dati, il clima dell'intervento (che investe aspetti cruciali come l'atteggiamento degli studenti nei confronti della lezione degli esperti dell'ISPRA in termini di attenzione, interesse, consapevolezza) e le caratteristiche strutturali degli ambienti, nell'ipotesi che condizioni di clima e ambiente favorevoli potessero favorire l'acquisizione di nuove competenze nel corso della campagna informativa.

Completata la campagna di informazione, si è proceduto alla seconda rilevazione dei dati (realizzata a marzo 2010, ad eccezione del liceo scientifico Canonica di Vetralla). Come già accennato, il questionario utilizzato nel corso della prima rilevazione ha subito delle lievi modifiche: la versione somministrata al GC ha mirato esclusivamente a valutare il cambiamento eventualmente intercorso nel periodo (generalmente di 15 giorni) tra la prima rilevazione e la seconda; quella sottoposta al GS si è focalizzata a rilevare il cambiamento eventualmente prodotto dall'intervento degli esperti e la valutazione degli studenti in merito alla lezione stessa (cfr. Par. 1.3.).

#### *1.1.4. L'analisi e l'interpretazione dei dati*

Nel corso del mese di aprile i dati raccolti sono stati sottoposti a un delicato processo di *matching*. Tale operazione è consistita nella unificazione delle informazioni raccolte nella prima e nella seconda rilevazione ed è stata realizzata mediante la congiunzione, per ognuno degli studenti coinvolti, delle risposte fornite nel corso della prima alle risposte relative alla seconda rilevazione. Tali informazioni sono state arricchite da quella relativa alla presenza degli studenti del GS all'intervento degli esperti ISPRA. In questo modo, è stato possibile

Tab. 1.3. – Calendario delle occasioni di rilevazione ed intervento nelle scuole

Città	Appartenenza al gruppo	Scuola	Data primo test	Data intervento formativo	Data secondo test
Roma	GS	Liceo classico Tacito	16 febbraio	26 febbraio	01 marzo
		Ipsar via Lombroso	22 febbraio	15 marzo	18 marzo
		Itis via Lombroso	25 febbraio	5 marzo	09 marzo
	GC	Liceo scientifico Archimede	22 febbraio	-	23 marzo
		Ipsct Stendhal	24 febbraio	-	10 marzo
		Itis Fermi	23 febbraio	-	17 marzo
Frosinone	GS	Istituto magistrale Fratelli Maccari	25 febbraio	01 marzo	06 marzo
		Ipsia Galilei	24 febbraio	15 marzo	17 marzo
		Itc Da Vinci	26 febbraio	05 marzo	12 marzo
	GC	Liceo classico Turriziani	20 febbraio	-	06 marzo
		Ips Angeloni	23 febbraio	-	10 marzo
		Itg Brunelleschi	18 febbraio	-	11 marzo
Latina	GS	Liceo scientifico Majorana	15 febbraio	01 marzo	08 marzo
		Ipsia Mattei	25 febbraio	05 marzo	10 marzo
		Itis Marconi	23 febbraio	03 marzo	11 marzo
	GC	Liceo classico Alighieri	17 febbraio	-	09 marzo
		Ipsa S. Benedetto	22 febbraio	-	12 marzo
		Itis Galilei	20 febbraio	-	15 marzo
Viterbo	GS	Liceo classico Buratti	23 febbraio	03 marzo	11 marzo
		Ipsia Marconi	26 febbraio	04 marzo	05 marzo
		Itc Savi	25 febbraio	02 marzo	10 marzo
	GC	Liceo scientifico Canonica	08 aprile	-	26 aprile
		Ipsct Orioli	19 febbraio	-	12 marzo
		Ex scuola magistrale Santa Rosa da Viterbo	24 febbraio	-	09 marzo

costruire una matrice dei dati “casi x variabili” (cfr. Allegato 8), in cui per ciascun caso-studente esaminato, appartenente sia al GS sia al GC, è possibile disporre della stessa serie di informazioni-variabili riferita a due dimensioni temporali diverse, ossia precedentemente e successivamente alla campagna di informazione dell’ISPR. La perfetta riuscita del sistema di *matching* ha consentito, così, di procedere ad un’analisi del mutamento non solo in forma aggregata, ma anche caso per caso.

Nei casi in cui ci si trovi a lavorare su più di un’osservazione va tenuta in debita considerazione la possibilità che non tutti i soggetti partecipino a ciascuna fase per loro prevista dell’esperimento. Nel disegno di indagine adottato, le occasioni a cui i soggetti avrebbero dovuto partecipare sono tre per il GS e due per il GC: rispettivamente pretest, intervento e posttest per l’uno, e soli pretest e posttest per l’altro. Nel momento in cui un individuo non sia presente in una delle occasioni, ci si trova di fronte a ciò che viene definito *mortalità sperimentale* (per una trattazione più approfondita cfr. Par. 1.4.1.), con l’evidente rischio che la perdita di unità nei diversi gruppi crei delle differenze fra gli stessi che possano essere a torto scambiate per l’effetto della variabile sperimentale.

Nel corso di questa ricerca, per quanto riguarda i soggetti del GS da sottoporre ad analisi, si è deciso di mantenere soltanto coloro i quali avessero completato tutte e tre le fasi per loro previste (così come per quello di controllo, solo gli individui presenti ad entrambe le rilevazioni). Ciò ha comportato una percentuale di eliminazione maggiore di studenti del GS rispetto ai soggetti del GC, ma tale differenza non ha implicato una distorsione selettiva, fondamentalmente perché le sessioni dell'esperimento si sono svolte durante l'orario scolastico e sono state programmate ad insaputa dei ragazzi stessi, ragion per cui è lecito supporre che la *mortalità* riscontrata sia esclusivamente di tipo fisiologico.

Nonostante si fosse provveduto a sollecitare i dirigenti scolastici e/o i loro referenti affinché garantissero la presenza degli studenti in ciascuna fase dell'indagine, i casi considerati validi (presenti sia nella prima, sia nella seconda rilevazione per il GC ed anche all'intervento formativo per il GS) ammontano a 1.757 (845 appartenenti al GS e 912 al GC), mentre quelli complessivamente raggiunti in almeno una fase sono pari a 2.635 (1.346 appartenenti al GS e 1.289 al GC). La percentuale dei casi considerati validi ai fini delle analisi svolte è rilevante, includendo, difatti, ben i due terzi dei presenti nel corso della prima rilevazione.

Dall'analisi dei dati si evince che, nonostante i due gruppi non siano stati costruiti tramite randomizzazione, sussiste una sostanziale equivalenza tra i casi validi appartenenti al GS e quelli del gruppo di controllo rispetto sia alla competenza in tema di radioattività prima dell'intervento formativo (evidenziata nel corso della prima rilevazione), sia ad alcune caratteristiche di base (*genere, classe di corso, tipo di scuola, sede della rilevazione*) (per ulteriori approfondimenti si rinvia al Cap. 3). La selezione delle singole unità scolastiche in base al tipo di formazione, alla numerosità degli iscritti, alla prossimità spaziale rispetto a potenziali fonti di radiazioni ionizzanti, nonché l'attribuzione casuale delle stesse ai due gruppi, sperimentale e di controllo, ha dato, quindi, luogo ad una generalizzata e sostanziale equivalenza tra essi su tutte le variabili rilevanti, compresa la competenza sul tema.

A partire dal mese di maggio si è proceduto all'analisi dei dati, studiando in modo particolare la natura e l'entità del cambiamento rispetto a ciascuna delle dimensioni dell'atteggiamento verso i rischi da esposizione a fonti radioattive, intervenuto a seguito della campagna dell'ISPRA (cfr. Capp. 3-7 e Allegati 6-7). Ciò è stato possibile in virtù dello specifico disegno di ricerca-intervento posto in atto e della particolare struttura dei dati disponibili, che hanno consentito un trattamento incrociato in base a una doppia dimensione, *longitudinale* (prima e dopo la campagna) e *trasversale* (GS e GC).

Inoltre, separando i soggetti del GS che hanno completato tutti gli eventi per loro previsti da quelli che invece erano presenti in una o due occasioni solamente, ci si è riservati la possibilità di costruire ulteriori gruppi di comparazione (si confronti la parte relativa all'analisi mediante l'approccio di Solomon nel Par. 4.6.) da sottoporre a valutazioni incrociate, corroborando così le conclusioni cui si è pervenuti e aumentando il grado di fiducia sul giudizio di validità interna fornito.

I risultati ottenuti possono essere assunti quale base della valutazione dell'efficacia della campagna, nel senso della produzione di cambiamento nella direzione voluta dall'intervento. Inoltre, si è tentato di dare conto dei fattori socio-cognitivi e comunicativi di impedimento e incentivazione al cambiamento stesso, a partire dai quali lavorare per la messa a punto di nuovi e più mirati interventi.

Il discorso sugli effetti della comunicazione è estremamente complesso poiché su

questi incidono molteplici fattori relativi alle caratteristiche degli individui (attenzione, interesse, livello di conoscenze, motivazioni e atteggiamenti pregressi), del loro ambiente (e delle relazioni che gli individui stabiliscono con questo), del messaggio (fonte e credibilità a questa attribuita, canale, contenuti) e del contesto entro il quale ha luogo la sua fruizione. Pertanto, nell'analizzare l'efficacia dell'intervento formativo (cfr. Par. 2.2.), sono state prese in considerazione le differenti caratteristiche degli individui (genere, età, titolo di studio, ecc.), le caratteristiche strutturali dell'ambiente in cui gli incontri si sono svolti e il clima che ha contraddistinto l'interazione (quindi le relazioni che gli studenti hanno stabilito tra loro, con il relatore, con i docenti che li accompagnavano). Questi elementi, infatti, avrebbero potuto contribuire al modo in cui l'informazione trasmessa è stata poi strutturata, valorizzata, rielaborata, discussa, interiorizzata, scambiata, secondo il modello sintetico riportato nella figura 1.2.

Il modello generale poggia sull'idea che una buona parte dei risultati, in termini di accrescimento delle competenze, quindi di miglioramento sul piano cognitivo, ma anche di mutamento più in generale sui piani affettivo e conativo, possa dipendere dall'attività di formazione su un tema da parte di soggetti esperti e qualificati. D'altro canto, però, il buon esito dell'attività formativa stessa non può che discendere dalla qualità dell'ambiente (caratteristiche strutturali e sistema di relazioni) nel quale si sostanzia; inoltre, come accade per qualunque atteggiamento umano, concorrono al cambiamento anche ulteriori fattori imputabili sia ai singoli individui (genere, capitale culturale, posizione nel percorso formativo, grado di preparazione, assunzione di comportamenti eco-compatibili, ecc.), sia ai contesti d'azione (città, appartenenza al GS/GC).

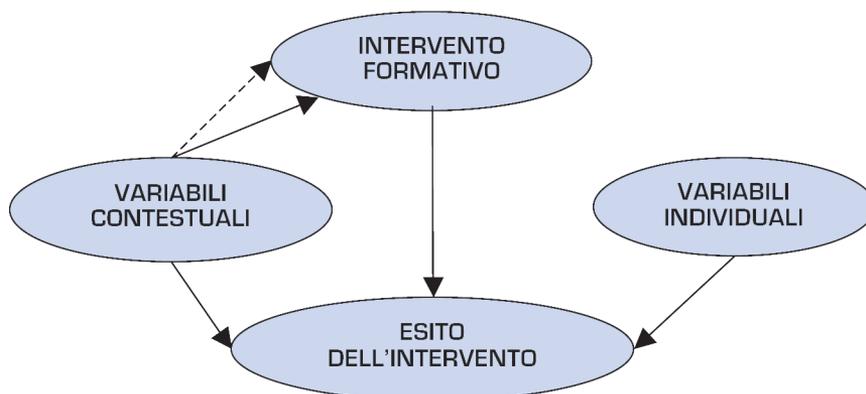


Fig. 1.2. – Modello di relazione fra le aree indagate

Infatti, nel modello è stata indicata con una freccia unidirezionale la relazione tra l'intervento formativo e l'esito, poiché il materiale didattico utilizzato dai relatori per le lezioni è stato lo stesso per tutti gli istituti facenti parte del GS e gli esperti dell'ISPRA, preparati sia dal punto di vista delle conoscenze, sia da quello delle capacità di trasmissione dello stimolo, hanno offerto un input massimamente stan-

ardizzato, tanto da poter ipotizzare che il messaggio sia stato inviato nello stesso modo a tutti gli studenti (cfr. Par. 2.1.).

Tuttavia, sull'esito incidono anche variabili di tipo individuale e contestuale. La relazione che queste hanno con il risultato degli incontri è indicata nel modello con due frecce unidirezionali. Gli individui, infatti, ricevono il messaggio, ma poi lo interpretano, elaborano e memorizzano in base alle loro caratteristiche cognitive, sociali, culturali, ecc.

Le variabili contestuali, però, fanno riferimento da un lato a fattori *prevedibili* e dall'altro all'azione di fattori *accidentali/contingenti*. Rientrano nel primo tipo tutti quegli elementi del contesto riferibili al clima che già in fase di progettazione si immagina possa regnare nel corso della lezione (alla luce delle conoscenze che si hanno in merito alle qualità degli studenti uditori) e alle caratteristiche strutturali delle aule. Si tratta di fattori di disturbo che, essendo già noti prima dell'intervento formativo, si deve tentare di tenere sotto controllo, progettando in maniera opportuna, ad esempio, gli argomenti da trattare, il linguaggio da utilizzare, ecc. A proposito del luogo in cui avviene l'interazione, Laurillard (1993) ha evidenziato quanto sia importante che gli interventi formativi avvengano in un ambiente idoneo: ad esempio, le dimensioni o la struttura dell'aula possono impedire ad alcuni studenti di visualizzare chiaramente le slide proiettate, oppure la cattiva acustica può ostacolare la comprensione della lezione, ecc., rendendo il messaggio meno efficace.

Le *variabili contestuali accidentali*, invece, fanno riferimento ad un insieme di fattori *imprevisti*, legati anche loro al clima presente nel corso della lezione, che possono in qualche influire inaspettatamente sull'andamento dell'intervento formativo: il ruolo e l'atteggiamento del corpo docente, episodi di indisciplina da parte dei ragazzi, scarsa autorevolezza dei docenti, apatia possono ridurre la forza del messaggio ed indurre il relatore a modificare lo stimolo progettato, così da limitare il divario tra lo stimolo teorico e quello empirico. La relazione che intercorre tra le variabili contestuali e l'intervento formativo è indicata nel modello da una linea tratteggiata (riferita all'azione delle variabili accidentali) e da una continua (relativa all'azione delle variabili prevedibili), dal momento che non è possibile escludere che le variabili contestuali, accidentali e prevedibili, agiscano a loro volta sullo stimolo. Chiaramente, in base a quanto detto, le variabili contestuali esercitano un effetto sia a valle, cioè sull'esito dell'intervento formativo, sia a monte nella misura in cui sono in grado di introdurre delle modifiche nella strutturazione dello stimolo.

## **1.2. La configurazione spaziale delle scuole superiori nei capoluoghi laziali**

Il presente Paragrafo consta di tre parti: la prima dà conto della costruzione del campione, la seconda contiene una rassegna sintetica ma esaustiva delle tecniche e degli strumenti statistico-informatici utilizzati, nella terza, infine, è presentato una sorta di *atlante* dei territori coinvolti nella ricerca (cfr. Allegati 1).

### *1.2.1. Il piano di campionamento*

Lo schema per la selezione degli studenti è quello del campionamento a grappolo (cfr. De Carlo e Robusto, 1996; Fabbris, 1993), che si basa su raggruppamenti "naturali" delle unità elementari (studenti) iscritti alle scuole (grappoli) dei comuni di Roma, Latina, Viterbo e Frosinone. Come noto, le prime tre città sono interes-

sate dall'emissione di radiazioni artificiali o naturali, mentre non sono rilevati livelli superiori alla media di radiazioni nel territorio di Frosinone, che ha, quindi, nell'ambito del disegno di ricerca, una posizione di sostanziale neutralità rispetto a questo fenomeno. Le scuole sono state scelte in base all'indirizzo didattico (per ogni città sono stati selezionati 2 licei, 2 istituti tecnici e 2 istituti professionali) e, nel caso di Roma e Latina, si è tenuto conto anche della distanza tra gli istituti ed i centri di irradiazione di Enea Casaccia e Borgo Sabotino.

Nelle tabelle 1.1. e 1.2. (cfr. Par. 1.1.) è riportato il campione teorico ed effettivo delle scuole che, in base ad un procedimento casuale, sono state ripartite in GS e GC.

La messa a punto del piano di campionamento è stata preceduta da un'analisi esplorativo- descrittiva della distribuzione della popolazione e della configurazione spaziale delle scuole. A tale scopo sono state impiegate alcune delle tecniche di statistica spaziale.

La documentazione di base si componeva dei seguenti *set* di dati<sup>4</sup>:

1. lista degli istituti per tipo, comune e indirizzo (fonte: Uffici scolastici provinciali);
2. variabili socio-demografiche rilevate sulle unità censuarie (fonte: Istat, censimento 2001);
3. indirizzi dei "punti sorgente";
4. *shapefile territoriale* dei comuni interessati (fonte: Istat).

A partire da queste basi dati si è proceduto all'elaborazione di apposite mappe relative alla configurazione spaziale degli istituti e dei centri di irradiazione. La georeferenziazione delle matrici socio-demografiche (*Soc-dem.shp*) è stata ottenuta "legando" l'informazione geografica (cartografia digitale dei territori dei quattro comuni) a quella socio-demografica. La ricodifica dei dati in formato *shapefile* ha permesso di trattare le informazioni relative agli istituti, alle fonti di irradiazione ed alle variabili socio-demografiche come tre strati (*layers*) dello stesso modello cartografico sul quale è stata effettuata l'analisi spaziale.

I quattro comuni presi in esame presentano caratteristiche molto diverse per estensione territoriale, dimensione demografica, numero di istituti e ruolo esplicativo all'interno del progetto di ricerca per cui è sembrato opportuno sviluppare le analisi su due livelli:

- il primo, pressoché uguale per le quattro città, riguarda la distribuzione territoriale della popolazione in generale e dei residenti con età compresa tra 15-19 anni e tra 5-9 anni (si noti che i dati socio-demografici si riferiscono al 2001, per

---

<sup>4</sup> Le informazioni relative agli istituti e alle variabili socio-economiche sono state sistematizzate in apposite matrici "casi x variabili" ( $X_{np}$ ) denominate rispettivamente:

- Istituti-RM (3 variabili, 140 casi);
- Istituti-LT (3 variabili, 12 casi);
- Istituti-VT (3 variabili, 7 casi);
- Istituti-FR (3 variabili, 10 casi);
- Soc-demRM (36 variabili, 13.024 casi);
- Soc-demLT (36 variabili, 3.168 casi);
- Soc-demVT (36 variabili, 2.348 casi);
- Soc-demFR (36 variabili, 4.005 casi).

Gli istituti ricodificati come unità puntuali sono stati georeferenziati e salvati in formato *shapefile* (*Ist.shp*). Allo stesso modo sono stati georeferenziati i centri di irradiazione di Casaccia e Borgo Sabotino (*Cl.shp*).

cui i soggetti che ricadono in quest'ultima fascia di età dovrebbero essere gli studenti che attualmente frequentano le scuole medie-superiori]. Per ogni comune e per ogni variabile considerata è stata prodotta un'apposita mappa.

- Il secondo, diverso a seconda della posizione del comune nel disegno di ricerca, è più articolato:

1. per Roma e Latina sono state effettuate una serie di elaborazioni a partire dalle distanze tra i siti scolastici e i centri di irradiazione, che hanno fornito utili indicazioni per la messa a punto del campionamento. Per queste due città, infatti, è sembrato importante selezionare le scuole in base alla vicinanza a Casaccia e Borgo Sabotino. La motivazione di questa scelta si basa sull'ipotesi che studenti iscritti a questi istituti, proprio per la vicinanza rispetto a queste località, dovrebbero essere più sensibili e consapevoli circa i rischi derivanti dall'esposizione a sorgenti di radiazioni (cfr. Par. 1.1.). Nel caso di Roma, inoltre, data la vastità del territorio coinvolto, oltre alla mappa socio-demografica dell'area urbana compresa tra Casaccia e i 6 istituti (Roma nord-ovest) sono state prodotte una serie di elaborazioni sulle zone che si localizzano lungo la SS2 e la SP5A (le principali strade che collegano Casaccia agli istituti selezionati) e sulle aree contigue alle scuole selezionate.
2. Per quanto riguarda gli altri due comuni, data la presenza di radiazioni naturali non imputabili a particolari strutture (nel caso di Viterbo) e l'assenza del fenomeno per Frosinone, le elaborazioni si sono limitate alla costruzione di mappe tematiche degli istituti e della distribuzione territoriale della popolazione.

### 1.2.2. Gli strumenti statistici e informatici

Nelle analisi statistiche una prima esigenza è quella di pervenire ad una sintesi dei dati. Nell'ambito della statistica spaziale, tale sintesi, almeno a livello univariato, può essere conseguita individuando il *centro di gravità* o *baricentro* (indici centrografici). Indicando con  $x_i$  e  $y_i$  le coordinate (longitudine e latitudine) degli istituti scolastici, il centro di gravità ( $C$ ) è il "luogo" nel quale si incrociano la longitudine e latitudine media ( $M_x, M_y$ ) così ottenute:

$$M_x = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{N}; \quad M_y = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{N}$$

Gli indici di dispersione o eterogeneità spaziale, invece, forniscono una misura della variabilità spaziale a partire dalla dispersione delle unità territoriali rispetto al loro baricentro. Nel caso esaminato si è calcolata la *distanza standard* ( $DS$ ), che fornisce una misura della dispersione in chilometri. Tale indice è dato dalla media delle distanze ( $d_{iMC}^2$ ) al quadrato tra ogni punto ed il baricentro e può essere così formalizzato<sup>5</sup>:

$$DS = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n d_{iMC}^2}{N}}$$

<sup>5</sup> Dal punto di vista geometrico, questo indice è rappresentato da un cerchio che ha come raggio il valore della statistica.

Infine, la statistica di Ripley fa parte delle tecniche per l'analisi del vicinato, le quali consentano di stabilire se, dal punto di vista statistico, una distribuzione spaziale può essere considerata casuale, clusterizzata o dispersa [cfr. Fig. 1.3.]<sup>6</sup>

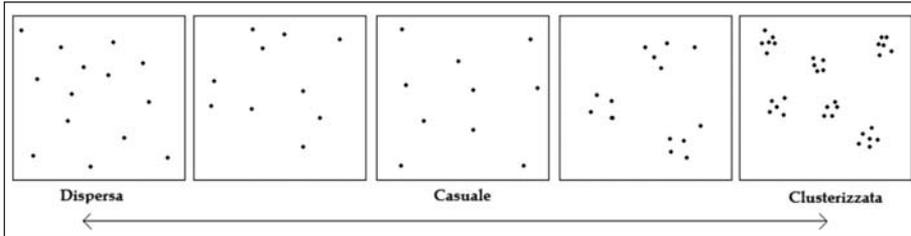


Fig. 1.3. - Tipi di configurazioni spaziali in base all'analisi del vicinato

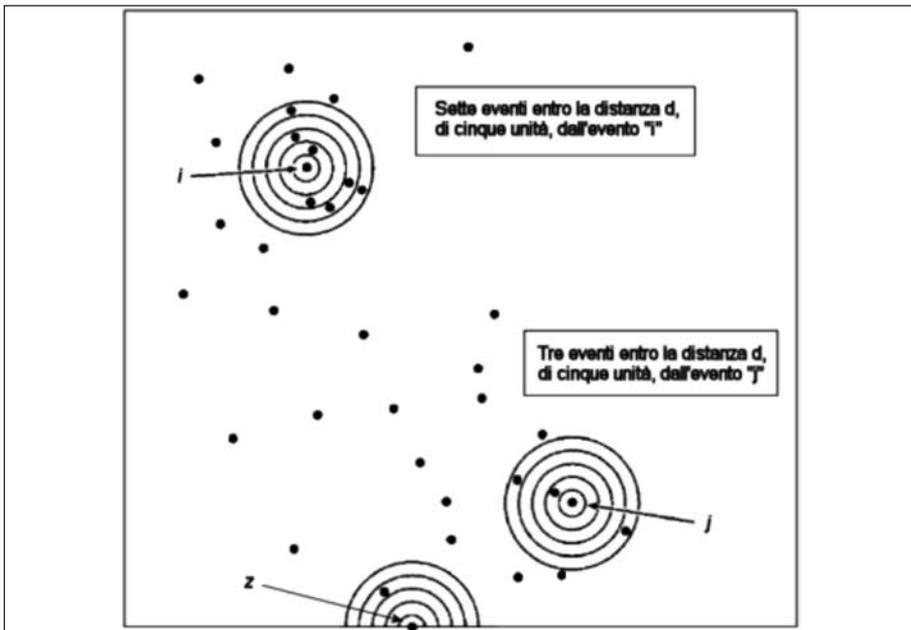


Fig. 1.4. - Individuazione area di vicinato

<sup>6</sup> La *K-function* di Ripley è così definita:

$$\lambda K(d_s) = E[\# \{\text{eventi entro la distanza } d_s \text{ da un evento arbitrariamente scelto}\}]$$

dove:

- $\lambda = \frac{n}{A}$  è il numero medio di eventi per unità di area;
- $E[\cdot]$  è l'operatore "valore atteso";
- # significa "il numero di".

La  $K(d_s)$  è una funzione di conteggio di tutte le coppie di punti che si trovano ad una distanza  $d_{ij} < d$  uno dall'altro. In altri termini, si consideri un punto  $i$  posto al centro di un cerchio con raggio pari a  $d$  (cfr. Fig. 1.3.) e si conteggino tutti i punti diversi da  $i$  che cadono all'interno di tale cerchio. Completato tale computo per tutti gli  $n$  punti che compongono la distribuzione, sommando di volta in volta i valori ottenuti, il raggio  $d_{ij}$  del cerchio è incrementato di un'unità. Tale procedura è replicata fino a quando il raggio del cerchio che "visita" ogni evento non raggiunge un valore prefissato pari a  $d_s$ . Si ottiene in tal modo una somma complessiva che, riscalata del valore  $[A/n^2]$ , fornisce la stima della *K-function*,  $K(d_s)$ .

Una volta determinata la *K-function* si calcola la differenza<sup>7</sup>, per ogni valore  $d_s$ , tra il modello osservato e quello teorico  $\pi d_s^2$ :

$$D_k^2 = K(d_s) - \pi d_s^2$$

### 1.2.3. L'atlante del socio-spazio dei comuni di Roma, Latina, Viterbo e Frosinone

**Roma.** Le scuole superiori dei contesti selezionati sono 195, di cui l'85,1% si trova nel territorio del comune di Roma. Il tipo di istituto modale è il liceo (90 su 195), al secondo posto si collocano gli istituti tecnici (65) e a seguire i professionali (40). Le 166 scuole presenti nella capitale, distribuite per tipo di indirizzo didattico, si localizzano in 140 siti; di questi 14 sono plessi scolastici con 2 istituti e 6 con 3 istituti. La distanza media tra gli istituti è 9,78 km.

Prendendo come punto di riferimento la località Casaccia, e ripartendo il territorio del comune di Roma in fasce di 2 km, risulta che tutti i 140 siti scolastici si localizzano ad una distanza, calcolata con la metrica euclidea, di poco inferiore a 40 km dal centro di irradiazione. Più precisamente la maggior parte degli istituti si colloca tra 20,75 e 22,75 km e circa il 90% non supera i 31 km (cfr. Fig. 1.5. in Allegato statistico al Cap. 1)<sup>8</sup>. La distanza media tra i 140 siti e Casaccia è di 23,87 km.

Il *baricentro scolastico* si localizza nel 1° Municipio, in via San Gregorio, tra il Circo Massimo e Colle Oppio. La *distanza standard* rispetto al baricentro è di 8,16 km e copre un'area pari a 209,19 kmq, che corrisponde al 16,1% dell'intero territorio di Roma.

L'analisi del vicinato condotta con la funzione di Ripley registra per tutte le distanze considerate valori positivi che risultano statisticamente maggiori di 0 già ad una distanza di 10 km. Ciò significa che a tale distanza la distribuzione territoriale delle

<sup>7</sup> Il valore di  $K(d_s)$  può essere così stimato:

$$\hat{K}(d_s) = \frac{A}{n^2} \sum_i \sum_j I(d_{ij})$$

con:

$$I(d_{ij}) = \begin{cases} 1 & (d_{ij} \leq d_s) \\ 0 & \text{altrimenti.} \end{cases}$$

Il simbolo  $d_{ij}$  si riferisce alle distanze tra il punto  $i$  e  $j$  ( $i \neq j$ ); distanze che possono essere calcolate con la metrica di Minkowski oppure con altre misure di similarità (per esempio i tempi di percorrenza, costi, ecc.).

Per agevolare l'interpretazione della statistica  $D_k^2$  è possibile linearizzarla nel seguente modo:

$$L(d_s) = \sqrt{\frac{K(d_s)}{\pi}} - d_s$$

dove:

$L(d_s) = 0$  indicano una disposizione casuale;

$L(d_s) < 0 \rightarrow$  segnalano una configurazione tendenzialmente dispersa;

$L(d_s) > 0 \rightarrow$  registrano una distribuzione tendenzialmente aggregata.

Per quanto riguarda l'elaborazione dei dati si è fatto uso del foglio elettronico Excel di Microsoft e del *software* CrimeStat. Per la georeferenziazione e la rappresentazione cartografica è stato utilizzato il *package* ArcGis9.0.

<sup>8</sup> Nell'Allegato statistico al Capitolo 1 sono riportate le figure 1.4.-1.22. richiamate nel Paragrafo 1.2.

scuole può essere considerata tendenzialmente clusterizzata. Analoghe considerazioni possono essere fatte per la distribuzione della popolazione, che presenta una curva molto simile a quella degli istituti scolastici (cfr. Fig. 1.6.).

I 6 istituti scolastici più vicini al centro di irradiazione si localizzano a sud di Casaccia a una distanza media che non supera i 15 km (cfr. Fig. 1.7.). A partire da tale dato è stata individuata un'area di 297,7 kmq (cfr. Fig. 1.8.) nella quale risiedono 146.290 persone (pari al 5,7% dell'intera popolazione della capitale), che sono i soggetti potenzialmente più esposti alle radiazioni. I ragazzi tra 15-19 anni che vivono in questa area, e che rappresentano la popolazione di riferimento, sono 7.370 (cfr. Fig. 1.9.). Mentre sono 7.442 coloro che nel 2001 avevano tra i 5 ed i 9 anni e che, molto probabilmente, sono gli attuali alunni delle scuole superiori selezionate (cfr. Fig. 1.10.).

Nella figura 1.11. sono riportate le statistiche delle 3 macroaree costruite aggregando le zone censuarie che si collocano rispettivamente a 5, 10 e 15 km da Casaccia. La macroarea nella quale si trovano le 6 scuole selezionate ha un'estensione di 111,2 kmq e una popolazione di 113.270 abitanti. La popolazione con età di 5-9 anni è pari a 5.610, mentre è poco maggiore quella che ricade nella classe 15-19 anni.

L'area tra Roma nord-Casaccia ha un'estensione e una popolazione di gran lunga maggiore rispetto a quella delle altre città prese in esame, per cui, come già accennato, si è ritenuto opportuno, per avere informazioni più dettagliate, selezionare all'interno di questo territorio due sub-aree che rappresentano altrettanti possibili bacini di studenti iscritti alle scuole campione.

La prima sub-area, individuata eseguendo un *buffer* di 2,5 km rispetto alle strade SS2 ed SP5A (cfr. Fig. 1.12.), ha una dimensione di 87,5 kmq, in cui risiedono 25.310 soggetti che rappresentano il 22,2% della popolazione dell'area Roma nord-Casaccia. Mentre, sempre rispetto a questa area, i soggetti con 5-9 anni e 15-19 anni sono rispettivamente il 17,9% ed il 17,2%.

La seconda riguarda le unità di censimento che distano dai 6 istituti per non più di 2,5 km (cfr. Fig. 1.13.). La sub-area così individuata ha un'estensione di 54,3 kmq. Rispetto all'area Roma nord-Casaccia, risiede il 57,1% della popolazione totale e oltre la metà di coloro che hanno tra 5 e 9 anni (53,6%) e tra 15-19 anni (55,6%).

**Latina.** Nella figura 1.14. è riportato l'elenco e la localizzazione delle scuole superiori di Latina ordinate in base alla distanza da Borgo Sabotino. Le distanze tra le 12 scuole e il centro di irradiazione variano tra un minimo e un massimo di 6,3 e 8,7 chilometri.

Tranne l'istituto San Benedetto, tutti gli altri sono situati nel centro urbano e rispetto al *baricentro scolastico* ricadono in un'area di 10,7 kmq pari al 3,9% dell'intera superficie comunale (cfr. Fig. 1.15.). Nell'area all'interno di questo perimetro vive il:

- 47% della popolazione;
- 41,7% della popolazione tra 5-9 anni;
- 43,8% della popolazione tra 15-19 anni.

Dalla distribuzione territoriale della popolazione si può notare che alcune delle zone con un alto numero di abitanti (in azzurro nella Fig. 1.16.) e con un'elevata presenza di popolazione con 5-9 anni e 15-19 (in verde nelle Figg. 1.17. e 1.18.) si trovano proprio nei pressi di Borgo Sabotino.

Come per Roma, anche in questo caso sono state aggregate le unità di censimento e costruite tre macroaree, che corrispondono a tre diversi livelli di distanza (quindi di rischio) da Borgo Sabotino (cfr. Fig. 1.19.). La prima, che comprende le zone di censimento all'interno di un raggio di 4 km dal punto sorgente, e che quindi dovrebbe essere quella potenzialmente più esposta alle radiazioni, ha un'estensione di 50,3 kmq (pari al 18,1% dell'area considerata). La popolazione che risiede in questa macroarea, sia in generale che per la due fasce di età, come ben visibile dalla tavola riportata nella stessa figura, è di gran lunga inferiore rispetto a quella delle altre due macroaree.

**Viterbo.** Il fenomeno delle radiazioni che interessa il territorio del comune di Viterbo non è dovuto alla presenza di particolari strutture, ma è di tipo naturale. Pertanto, non è stato necessario effettuare le analisi sulle distanze come per Roma e Latina. Nella mappa riportata nella figura 1.20. sono inclusi sia l'elenco delle scuole che la loro localizzazione sul territorio. La distanza media tra i 7 istituti è risultata pari a 1,1 km.

Rispetto al *baricentro scolastico* 6 dei 7 sette istituti si localizzano all'interno del perimetro tracciato dalla *DS* che copre un'area di 34,8 km, pari al 9,7% dell'intero territorio cittadino. In quest'area, evidenziata dal cerchio nella Fig. 1.21., risiede il:

- 30,9% della popolazione di Viterbo che al censimento 2001 risultava pari a 59.308 unità;
- 27,5% dei 2.437 abitanti tra 5-9 anni;
- 25,7% dei 3.003 abitanti tra 15-19 anni.

**Frosinone.** Il comune di Frosinone non è interessato dal fenomeno delle radiazioni per cui ricopre, nell'ambito del disegno di ricerca, una funzione di territorio di controllo. La città ha un'estensione territoriale di 46,8 kmq e una popolazione di 48.636 abitanti. La popolazione che al censimento 2001 aveva tra 5 e 9 anni è di 2.319 unità, mentre quella della fascia 15-19 è di 2.916 unità. Dei 10 istituti che operano all'interno della città, 2 si localizzano nello stesso plesso. Dei 9 siti scolastici, 8 sono ubicati nel versante centro-orientale, che è anche quello maggiormente abitato (cfr. Fig. 1.22.).

La distanza media tra gli istituti è di 2,2 km e, rispetto al *baricentro scolastico*, 8 dei 10 istituti ricadono all'interno del perimetro individuato dall'indice *DS* che limita una superficie pari a 10,8 km (22% della superficie comunale). All'interno di quest'area, evidenziata dal cerchio nella Fig. 1.23., risiede il:

- 52,8% della popolazione;
- 51,8% della popolazione tra 5-9 anni;
- 51,6% della popolazione tra 15-19 anni.

### 1.3. Lo strumento di rilevazione: il questionario

Lo strumento utilizzato per la rilevazione delle informazioni consiste in un questionario semi-strutturato composto da cinque aree tematiche – individuate in funzione degli obiettivi dell'indagine – relative a: 1. l'interesse verso le questioni ambientali; 2. le conoscenze sul tema della radioattività; 3. la percezione del rischio; 4. l'esposizione al rischio; 5. i dati socio-anagrafici. La natura dell'indagine ha richiesto un confronto continuo con il committente ai fini dell'individuazione degli argomenti salienti e della costruzione delle domande e delle alternative di risposta relative al test di competenza in materia di radioattività.

Come già accennato, sono state previste tre differenti versioni del questionario (cfr. Allegati 2-3-4). Nel corso della prima rilevazione, lo strumento è stato somministrato a tutti gli intervistati nella stessa formulazione e nella stessa sequenza a prescindere dall'appartenenza dei soggetti al GS o al GC; nella fase di posttest, invece, sono state introdotte due differenti versioni in funzione di tale appartenenza. Mentre lo strumento utilizzato in fase di pretest si compone di 43 domande, il posttest, per quanto mantenga inalterata la struttura, presenta alcuni quesiti aggiuntivi (44 domande per il GC e 46 per il GS). Di seguito, si riprende ciascuna area d'interesse, al fine di illustrarla nei contenuti e nelle finalità.

Con riferimento all'*interesse verso le questioni ambientali*, le domande hanno l'obiettivo di valutare la rilevanza che gli studenti intervistati attribuiscono alle questioni ambientali e al tema della radioattività, di stabilire i contesti e la frequenza di discussione, nonché i canali di informazione prevalentemente utilizzati. In particolare, con questi quesiti si intende stimare la centralità che le tematiche in oggetto assumono nel panorama di discussione del campione intervistato, nell'ipotesi che una maggiore sensibilità verso le tematiche ambientali possa connettersi positivamente con una più profonda conoscenza del tema della radioattività.

La sezione in analisi consta di sei batterie di domande, alcune delle quali presentano una formulazione ed una foggia grafica che hanno consentito di rilevare contemporaneamente più aspetti. La prima di tali batterie (cfr. Allegato 2<sup>o</sup>, d.1) ha lo scopo di rilevare la *frequenza di discussione sulle questioni ambientali* nei tre principali contesti di socializzazione (*famiglia, scuola e gruppo di amici*) ed è articolata secondo tre modalità di risposta (*spesso, raramente, mai*). Le medesime modalità di risposta caratterizzano anche la d.2, che ha, invece, come obiettivo quello di porre l'attenzione sui principali *canali* attraverso i quali gli intervistati traggono *informazioni* sulle questioni ambientali. Come si può notare dalla struttura delle due batterie, le risposte fornite a ciascuno degli item previsti consentono di registrare, da un lato, la rilevanza che l'argomento assume nelle discussioni degli studenti intervistati (attraverso l'indicazione della *frequenza*) e, dall'altro, i mezzi maggiormente utilizzati. Nel caso della d.2, oltre all'elenco di canali predisposti, è prevista anche una modalità libera (item 11) finalizzata ad indicare altre fonti di informazione.

Attraverso la domanda 3, si chiede all'intervistato di indicare i *canali* di informazione sullo specifico tema della radioattività e per ciascuno di essi la relativa *frequenza d'uso*, secondo le medesime modalità di risposta previste per le due domande precedenti. Anche le dd. 4-6 hanno come centro di attenzione il tema della radioattività. In questo caso, l'intervistato è sollecitato ad indicare, con riferimento ai contesti più rilevanti (rispettivamente *scuola, famiglia e gruppo di amici*), la *frequenza* con cui ha affrontato il tema della radioattività (*spesso, raramente o mai*) e l'eventuale *occasione* di discussione con la *specificazione dell'argomento* affrontato.

Come accennato in apertura di Paragrafo, alcune domande hanno subito delle variazioni tra prima e seconda rilevazione ed in funzione dell'appartenenza della

---

<sup>9</sup> Laddove il riferimento sia a domande in comune tra pretest e posttest, le indicazioni in parentesi sono quelle del primo questionario. In caso contrario, si rinvia alla specifica versione del questionario.

scuola al GS/GC. Le dd. 4-6 rientrano tra queste. Nel corso del pretest, infatti, il testo della domanda aveva l'obiettivo di circoscrivere la risposta agli ultimi 12 mesi; nel posttest, invece, agli ultimi 15 giorni, ossia al tempo mediamente trascorso tra la prima e la seconda rilevazione. Il cambiamento nello stimolo risponde all'esigenza di rilevare e valutare eventuali cambiamenti indotti nei due gruppi dal cosiddetto *fattore testing* (cfr. Par. 1.1.4.) ed eventualmente, nel caso di appartenenza al GS, dalla partecipazione all'intervento formativo.

Sempre in quest'area, sono state introdotte nel posttest tre ulteriori domande: una comune ai due gruppi (d.7), tesa a rilevare l'eventuale approfondimento su iniziativa personale della tematica oggetto di indagine, e due specifiche per gli appartenenti al GS (dd.8-9). La d.8, che si presenta come domanda filtro, è stata funzionale al controllo della partecipazione dell'intervistato all'intervento formativo<sup>10</sup>. La d. 9 rileva – tramite una batteria a quattro item – l'opinione dei soggetti con riferimento alla lezione tenuta dagli esperti ISPRA. In particolare, sono stati oggetto di valutazione quattro aspetti [*acquisizione di nuove conoscenze, livello di comprensione/difficoltà della lezione, sollecitazione della curiosità per l'argomento e spinta all'approfondimento*] rispetto ai quali erano previste tre modalità di risposta: *si decisamente; si in parte; no* (cfr. Allegato 3).

La seconda sezione del questionario è dedicata al tema delle *Conoscenze sul tema della radioattività*. Essa rappresenta il cuore dello strumento di indagine e si struttura come un *test di competenza*, rispetto al quale punteggio in  $T_2$  è in ipotesi soggetto a variazioni in funzione della partecipazione all'intervento formativo da parte degli studenti appartenenti al GS. I quesiti che compongono l'area delle conoscenze sul tema della radioattività sono caratterizzati da un'alternativa di risposta corretta tra quelle proposte.

Ciascuna domanda è stata progettata in funzione degli argomenti e delle specifiche nozioni che gli esperti dell'ISPRA avrebbero trattato nel corso dell'intervento formativo (cfr. Par. 2.1.). Nella sezione figurano 13 quesiti a scelta multipla (dd. 7-16, 19, 21-22) e tre a batteria (dd. 17, 18, 20) per i quali sono previste rispettivamente quattro e tre modalità di risposta. In particolare, per i quesiti a scelta multipla, sono state previste una definizione corretta (*vera*), una *verosimile*, una *falsa* e una modalità aggiuntiva *non so* (per le modalità di assegnazione dei punteggi alle diverse modalità, cfr. Cap. 4); per le batterie, invece, le alternative proposte per ciascun item sono *sì, no, non so*. Le prime domande legate alla competenza sul tema rinviano ai concetti di atomo e radioattività; il test si snoda in seguito attraverso i riferimenti alle radiazioni ionizzanti nello specifico, ai comportamenti di radioprotezione, ai soggetti esposti, ecc. (per i dettagli, cfr. Allegato 2 e Par. 2.1.).

Nell'area focalizzata sulla *Percezione del rischio* figurano due batterie di domande – l'una relativa a fonti di radiazioni ionizzanti, l'altra a impianti industriali (dd. 24, 26) – attraverso le quali è stato possibile registrare una serie di valutazioni degli intervistati in termini di pericolosità percepita. La scala d'atteggiamento utilizzata è di tipo Cantril, strutturata su punteggi tra 0 e 10, cui si aggiungono, per ciascun item, le modalità di risposta "non conosco la fonte/l'impianto" e "non so valutare". I giudizi

---

<sup>10</sup> Si tratta in realtà di un controllo supplementare, dal momento che ciascun coordinatore di unità locale aveva, tra gli altri, il compito di segnalare i nominativi degli studenti assenti in ognuno dei tre momenti dell'indagine.

degli intervistati, con la finalità di cogliere forme di sovrastima, sottostima o corrispondenza al dato effettivo, sono stati successivamente messi a confronto con quelli di un campione selezionato di esperti di varia provenienza disciplinare (a tal proposito, cfr. Par. 4.9.). Sempre nell'area della percezione del rischio, figura un ulteriore quesito (d. 25) avente lo scopo di rilevare la conoscenza degli intervistati circa la presenza di fonti di radiazioni ionizzanti (articolate in *artificiali* e *naturali*) nei pressi della scuola frequentata, alla luce dell'ipotesi che tale informazione possa porsi alla base di una maggiore ricettività rispetto agli input dell'intervento formativo.

Nell'ambito del più ampio sistema valoriale degli intervistati si colloca sia il riferimento alle *urgenze percepite del pianeta*, sia quello all'*appartenenza territoriale*. Le domande di questionario concepite rispetto a tali temi sono la 23 e la 32. La prima è stata formulata con l'obiettivo di distinguere gli studenti raggiunti tra coloro che pongono al primo posto i problemi ambientali e quelli che indicano urgenze di altra natura [ad esempio, la sicurezza economica e lavorativa] nell'ipotesi che i ragazzi sensibili alle problematiche ambientali possano risultare più ricettivi rispetto agli input della campagna informativa. La seconda mira ad individuare forme di localismo e globalismo tra gli studenti intervistati, con l'intento di esplorare la relazione tra l'appartenenza territoriale e la predisposizione all'apprendimento su un tema, quello della radioattività, dalle ricadute sia locali che globali.

Ai fini della rilevazione delle informazioni sul tema dell'*esposizione al rischio da radiazioni*, sono state predisposte due domande a batteria. Più specificamente tali quesiti sono orientati alla rilevazione della percezione *soggettiva* del rischio da esposizione, tenuto conto che, come più volte ribadito, le scuole campionate (e, presumibilmente, la gran parte delle abitazioni degli intervistati) sorgono tutte nei pressi di sorgenti radiogene naturali o artificiali. In particolare, con la domanda 27 (utilizzando, come per le dd. affrontate in precedenza, la scala Cantril) si pone l'attenzione sul rischio da esposizione percepito in relazione a fonti di radiazioni ionizzanti; con la 28 l'obiettivo si sposta sull'individuazione dei comportamenti protettivi che gli intervistati sarebbero portati ad assumere in caso di esposizione personale.

A partire dalla relazione ipotizzata tra la consapevolezza di diffusione di gravi patologie (come tumori e malformazioni genetiche, a vario titoli connessi con il fenomeno della radioattività) tra i propri familiari e/o amici e una più marcata apertura verso il tema in analisi, quindi una maggiore ricettività rispetto ai contenuti della lezione degli esperti, si è chiesto agli intervistati di dichiarare la presenza di eventuali malattie (per l'articolazione degli item e delle risposte precodificate cfr. d. 29) tra le persone a sé più vicine.

Al fine di poter operare un controllo empirico del nesso tra forme di *impegno civico e coinvolgimento nella vita sociale del paese*, da un lato, e sensibilità verso il tema della radioattività e performance nell'ambito del test di competenza, dall'altro, sono state rilevate informazioni rispettivamente su: adozione di comportamenti eco-compatibili (come il mancato spreco d'acqua nei momenti dedicati all'igiene personale), frequenza di informazione sui temi di attualità (mediali e personali), associazionismo, orientamento politico-ideologico, atteggiamento verso la politica (cfr. dd. 30, 31, 33, 34 e 35).

Infine, in vista di una caratterizzazione sociologica dei profili di studenti individuabili attraverso le domande sulla competenza in materia di radioattività, l'ultima sezione del questionario è destinata alla rilevazione delle principali proprietà socio-anagrafiche, individuali e contestuali; tra esse figurano il genere, l'età, il titolo di studio e la professione dei genitori, ecc. (cfr. dd. 36-43).

## 1.4. I controlli della validità interna ed esterna

### 1.4.1. I fattori della validità interna

Come già esplicitato nel Paragrafo 1.1., tramite l'adozione di un disegno di ricerca di tipo sperimentale, si è tentato di avere la possibilità di imputare all'intervento formativo degli esperti, e proprio ad esso, eventuali differenze relative alla conoscenza circa il tema in questione rilevabile attraverso i due test. Il che, *id est*, vuol dire essere in grado di fornire una valutazione della campagna realizzata nei termini del rispetto della *conditio sine qua non* dei requisiti di validità interna dell'esperimento.

L'affermazione di validità dell'esperimento è da intendersi come possibilità di difendere l'imputazione di causalità verso la variabile sperimentale X, costituita dall'intervento formativo realizzato dagli esperti dell'ISPRa, da otto fattori esterni, la cui influenza, se non controllata, è in grado di produrre risultanze sperimentali non interpretabili secondo quelle che erano le intenzioni del ricercatore, o di "invalidare", appunto, l'esperimento *tout-court*.

Tutti i fattori di invalidità che saranno esaminati sono ugualmente degni di considerazione, essendo ciascuno di essi di per sé in grado di compromettere la valutazione delle evidenze sperimentali. Ma il primo di essi, su cui si andrà ora a riflettere, assume, se possibile, un'importanza ancora maggiore, tanto da essere considerato quale *fundamentum divisionis* fra disegni sperimentali e quasi-sperimentali: si tratta del *fattore selezione*, sotto la cui etichetta si può annoverare tutto ciò che infici l'equivalenza dei gruppi in fase di pre-trattamento, ossia, per usare le parole di Campbell e Stanley (1966; ed. it. 2004, p. 44), le "distorsioni risultanti dall'attribuzione differenziale dei soggetti ai gruppi di comparazione". Come sarebbe possibile, infatti, imputare ad X una variazione qualora non si possa essere sicuri della comparabilità dei gruppi precedentemente ad X? È chiaro che quanto più si ricorra a campioni molto ampi e quanto più l'assegnazione dei soggetti ai diversi gruppi sia perseguibile attraverso procedure di randomizzazione, tanto più, allora, sarà possibile ottenere un controllo sul *fattore selezione*, essendo qualunque variabile diversa da X lasciata libera di agire tanto sul GS, quanto sul GC. Si può, peraltro, affermare che in occasione di un disegno sperimentale vero e proprio per il controllo del fattore non è, in linea di massima, neppure necessario il pretest. Ma quando non si ha la possibilità di muoversi come appena esposto, situazione, questa, particolarmente diffusa nelle scienze sociali, allora il pretest diventa necessario al fine di avere un certo grado di fiducia circa l'equivalenza dei gruppi. Non bisogna, tuttavia, essere eccessivamente ottimisti al riguardo: a rigore, infatti, non è possibile desumere l'equivalenza di gruppi naturali attraverso il solo esame dei punteggi di pretest, poiché la variazione imputata ad X, anche escludendo l'intervento del fattore selezione, può essere dovuta ad una interazione fra selezione e maturazione, il che, detto in altri termini, vuol dire che non necessariamente ad una equivalenza sul pretest corrisponda una situazione analoga rispetto ad altre variabili rilevanti. In pratica, non è possibile ricostruire a valle un'equivalenza non predisposta a monte, e ciò è vero soprattutto in riferimento alla diffusa ed erronea procedura di superamento delle differenze iniziali attraverso procedure di *matching* successive. Tuttavia, pur a fronte di una situazione così complessa, va ricordato un elemento confortante, ossia che, qualora le differenze iniziali sulla proprietà investigata siano trascurabili o nulle come nel caso in esame, nel momento in cui non sembrano sorgere dubbi circa le assegnazioni all'uno o all'altro

gruppo, come avvenuto per le scuole coinvolte nell'esperimento, e, infine, quando il criterio di selezione (costituito, in questa ricerca, dalla prossimità della scuola a fonti di radiazioni) non pare essere in grado di discriminare efficacemente i livelli di conoscenza dei ragazzi circa il rischio ambientale, è piuttosto improbabile riscontrare sia differenze di selezione rispetto a variabili rilevanti, sia interazioni del *fattore selezione* con altri fattori. A ulteriore conferma di ciò, tramite l'utilizzo incrociato di diverse tecniche per lo studio dei dati (cfr. Capp. 3-7), si ottengono ulteriori evidenze empiriche tali da indurre a confidare nella sostanziale equivalenza dei gruppi. Per tutte queste ragioni pare possibile affermare, ammettendo comunque di avere una piccola probabilità d'errore, che il *fattore selezione* risulti controllato. Si ponga adesso l'attenzione sul *fattore storia*. Con tale espressione ci si riferisce al fatto che fra la prima e la seconda misurazione, o fra le misurazioni precedenti all'intervento sperimentale e quelle successive, o, ancora, nel caso di assenza di pretest, fra la somministrazione della variabile sperimentale e il posttest, si sia verificato un qualsivoglia evento in grado di produrre un'influenza sui soggetti tale da essere a torto scambiata per l'azione della variabile X. La riflessione su tale ipotesi alternativa trascina con sé la discussione circa la non perfetta trasferibilità della logica dell'esperimento delle scienze naturali all'interno di quelle sociali. Se nelle prime, infatti, attraverso l'isolamento sperimentale, è possibile bloccare a tutti gli effetti qualsiasi perturbazione dovuta al *fattore storia*, è senza dubbio immediatamente intuibile che, nelle seconde, a tale situazione ci si può approssimare solo debolmente. D'altro canto, se, da un lato, è vero che quanto più l'ambiente in cui l'esperimento viene condotto è controllato, tanto più ne beneficia la validità, dall'altro, non bisogna dimenticare che una situazione esageratamente artificiale può non solo produrre una reazione da parte dei soggetti, ma anche rendere assolutamente non replicabili le conclusioni tratte dallo studio al di fuori del laboratorio stesso, trovandosi così ad avere fra le mani una conoscenza di scarsissima utilità (cfr. Fasanella, 2004). Inutile dire che quella dell'isolamento sperimentale non è stata la strada seguita per il controllo del *fattore storia*. Incidentalmente, si potrebbe anche notare che, qualora si avesse a disposizione una teoria a tal punto specificata da permettere di governare, sia concettualmente che nell'analisi dei dati, qualsiasi perturbazione della situazione sperimentale, allora si sarebbe ugualmente in grado di poter scartare la *storia* come ipotesi rivale. Ma, si può facilmente obiettare, al di là del fatto che una teoria di questo tipo possa esistere, anche qualora se ne sia in possesso, avrebbe qualche utilità condurre un ulteriore esperimento? Sarà a questo punto chiaro, allora, che per un controllo del *fattore storia* è senz'altro opportuna la predisposizione di un gruppo non sottoposto a trattamento sperimentale (i ragazzi di quelle scuole per le quali non è stata prevista la lezione degli esperti dell'ISPR), rispetto al quale sia possibile svolgere una o più comparazioni. Nel caso in esame, il confronto fra i punteggi di posttest dei due gruppi ci mette nella condizione di poter isolare l'influenza di tale fattore, poiché, se esso ha agito, deve necessariamente averlo fatto su tutti e due i gruppi, provocando cioè variazioni nella stessa direzione in entrambi. Si può quindi affermare che anche l'azione del *fattore storia* risulta controllata.

Come appena detto, tutta una serie di eventi esterni all'esperimento possono infirmarne la validità. Ma a questa affermazione bisogna aggiungere che anche episodi interni alle stesse sessioni sperimentali possono di fatto invalidarlo: tale specificazione dell'ipotesi rivale appena esposta viene chiamata *storia interna*. Con quest'espressione si possono comprendere "gli specifici accadimenti verificatisi nel

corso delle due sessioni e non aventi alcuna pertinenza con l'esperimento stesso" (cfr. Campbell e Stanley, 1966; ed. it. 2004, p. 61), i quali si dimostrino in grado di influenzarne l'andamento desiderato. Il clima nel quale si svolgono le sessioni, particolari eventi che provochino bruschi crolli d'attenzione, addirittura la personale simpatia o antipatia suscitate dal ricercatore<sup>11</sup> sono esempi di quello che può disturbare il corretto svolgimento dell'indagine. È chiaro che tentare una previsione *ex-ante* di tale tipo di accadimenti è impossibile o quasi, ma ciò non vuol dire che predisporre un controllo sia di fatto impossibile. Attraverso la registrazione da parte del ricercatore, infatti, degli specifici eventi verificatisi nel corso di una sessione e dell'andamento generale della stessa, si è appunto attrezzati per ragionare sulla eventualità che un certo momento dell'esperimento risulti inquinato. Nel caso della presente ricerca, è bene tenere presenti due aspetti. Anzitutto, che la prima garanzia per il controllo della storia interna è data dalla presenza dei ricercatori in tutte le occasioni costitutive dell'esperimento, e che, dall'esame delle note di campo da questi raccolte, non paiono essersi verificati episodi di *storia interna* degni di destare particolare preoccupazione. Certamente, non va dimenticato che, per ragioni pratiche, le sessioni sperimentali non hanno né potuto svolgersi in assoluta contemporaneità, né, tanto meno, trattare insieme, ciascuno nel suo gruppo, tutti i soggetti del gruppo sperimentale e di quello di controllo. Le fasi di pretest e posttest, infatti, sono state realizzate tenendo i ragazzi nelle proprie classi, anche al fine di evitare indesiderati effetti di reazione alle condizioni sperimentali: in tal modo, quindi, sulla *storia interna* va riflettuto in riferimento ad ogni singolo test in una particolare classe scolastica. Diventa allora molto difficile pensare al verificarsi di una serie sistematica di avvenimenti che abbia avuto una forza tale da esercitare un consistente effetto di distorsione. Ma, al di là di ciò, è lo stesso tema sul quale si è indagato che porta ad escludere l'azione distorsiva messa in atto da episodi specifici interni all'esperimento, non essendo la conoscenza circa il rischio legato alle radiazioni propriamente un tema sensibile nella ricerca sociale, ossia tale che lo si possa pensare esposto in maniera più o meno forte alle conseguenze legate ad accadimenti di livello *micro*. Per ciò che concerne, invece, gli eventi *macro*, s'è già detto che essi sono perfettamente controllabili. A fronte di tutte queste ragioni si può affermare, dunque, che la *storia*, sia nella sua accezione generale, che nella sua specificazione *interna*, è senz'altro un'ipotesi rivale da escludere nell'interpretazione degli esiti della campagna.

Oltre agli eventi esterni ed interni appena presi in considerazione, che possono complicare, se non impossibilitare, l'interpretazione di un esperimento, si deve considerare che variazioni nel corso dello stesso possono anche essere dovute a processi interni ai soggetti che hanno poco o nulla a che fare con l'azione della variabile sperimentale. Tali processi sono talmente numerosi che è impossibile elencarli tutti: si tratta dell'invecchiamento, della stanchezza, del cambiamento d'opinione, ecc. Per tutti questi elementi si utilizza l'etichetta *fattore maturazione*, con la quale si solleva la necessità di interrogarsi circa la correttezza nell'indicare nella variabile sperimentale

---

<sup>11</sup> Come sarà maggiormente comprensibile a breve, nel corso della trattazione del *fattore strumentazione*, in questo caso l'azione distorsiva causata dal ricercatore viene ascritta alla *storia interna*, poiché essa è dovuta non già a compiti previsti e per i quali egli è addestrato, né alla sua attività di interpretazione, bensì ad aspetti imprevedibili che non possono essere ricompresi nella fase di preparazione alla discesa sul campo.

tale, anziché in quei processi interni agli individui ed estranei ad essa, il fattore artefice del mutamento. Un controllo del *fattore maturazione* è possibile in diversi modi: è evidente che avere la possibilità di effettuare misurazioni ripetute sia di pretest che di posttest consente non solo di identificare l'intervento dello stesso, ma anche di descriverne l'andamento. Tuttavia, non di rado ci si trova nella condizione di non poter effettuare numerosi test, anche solo per l'indisponibilità delle persone coinvolte. In casi come questi, nei quali la ricerca in esame rientra senza dubbio, è necessario poter effettuare una comparazione fra GS e GC: se, infatti, sui soggetti si è esercitata l'azione di processi interni, non c'è ragione di credere che essi abbiano coinvolto uno solo dei due gruppi, e quindi l'influenza degli stessi sarà rilevabile tanto nell'uno, quanto nell'altro [ad eccezione dei casi in cui si abbia un'azione combinata dei *fattori selezione-maturazione*, che sarà più avanti esaminata]. A ciò si può aggiungere, più pragmaticamente, che sarebbe ad ogni modo assai bizzarro pensare che processi del tipo di quelli appena descritti, come la conoscenza in materia di rischio radioattivo, possano coinvolgere lo sviluppo di un oggetto d'indagine, tanto che, a fronte di quest'ultima riflessione, è possibile considerare la trattazione delle strategie di controllo appena discusse poco più che superflua, e doverosa solo nei termini della completezza nell'esposizione. In tal caso, dunque, è possibile senz'altro affermare che anche l'influenza del *fattore maturazione* risulta controllata.

Come si è visto in precedenza, il disegno di indagine adottato ha previsto una fase di pretest su entrambi i gruppi: ciò è molto utile sia ai fini del controllo dell'esperimento rispetto alla validità interna dello stesso, sia per quelli dell'analisi delle sue risultanze. Tuttavia, la ripetizione di un test, specie quando questo, come nel presente caso, resta operativamente identico o quasi, implica la possibilità che le prove precedenti producano delle influenze su quelle successive, soprattutto come effetto di acquisizione di una pratica: ciò è particolarmente vero nel caso in cui si abbia a che fare con degli studenti, per i quali non di rado la compilazione di test viene a tradursi in concreto come vera e propria attività di *problem solving*. Di conseguenza, bisogna tener presente che una variazione registrata fra pretest e posttest può non essere dovuta all'intervento della variabile sperimentale, bensì all'interazione fra primo e secondo test, di cui il primo viene ad esercitare un'azione di preparazione per il secondo a tutti gli effetti. Quanto detto fin qui può essere indicato come influenza del *fattore testing* sull'esperimento. È chiaro che tale problema si può agevolmente evitare eliminando il pretest, come nel caso del disegno con il solo posttest e gruppo di controllo equivalente: tuttavia, quando, come in questa ricerca, si lavora con gruppi naturali, della cui equivalenza non si può dunque essere assolutamente certi, tale strada non è evidentemente percorribile. Altro modo è quello di adottare disegni ad un solo gruppo con misurazioni o trattamenti ripetuti: inutile dire che per il tipo di popolazione coinvolta ciò non sarebbe stato di certo possibile, tenuto conto sia delle esigenze dei ragazzi, che delle scuole. La possibilità di disporre però di un gruppo di controllo, anche se non per costruzione equivalente, permette di controllare comunque l'influenza del *testing*: infatti, se interazione fra le due prove vi è stata, non c'è motivo di pensare che essa abbia coinvolto in misura diversa i due gruppi; peraltro, attraverso osservazioni incrociate su di essi nelle diverse occasioni, si è in grado di quantificare l'intervento di questo fattore.

Ancora, alcune variazioni nel corso dell'esperimento possono essere dovute non ai soggetti stessi, bensì ad alterazioni degli strumenti di misurazione: è ciò che va sotto il nome di *fattore strumentazione*. All'interno di tali distorsioni rientrano soprattutto i cambiamenti che coinvolgono gli osservatori, i quali, nel corso

dell'esperimento, possono diventare più o meno abili, stanchi o smalziati, in particolare quando siano a conoscenza del tipo di gruppo che osservano, producendo così rilevazioni inattendibili se non addirittura tendenziose (è per questo che spesso si nascondono agli osservatori certi aspetti dell'indagine, come ad esempio la natura del gruppo loro assegnato, sistema, questo, noto come *doppio cieco*). È chiaro, allora, che, per tenere sotto controllo il *fattore strumentazione*, bisognerebbe essere in grado di controllare in una certa misura la storia interna della sessione: nel presente caso si è cercato di raggiungere tale obiettivo attraverso l'adozione di uno strumento strutturato, standardizzato ed autocompilato (il questionario a risposta chiusa per la valutazione della competenza dei ragazzi, in forma del tutto simile ai tradizionali test a crocette che gli studenti sono abituati a svolgere), in grado quindi di arginare le distorsioni imputabili alle diverse impressioni e interpretazioni degli stessi ricercatori. Si può quindi concludere che anche il *fattore strumentazione* risulta controllato.

Un'ulteriore ipotesi alternativa, che qui interessa però solo marginalmente, va sotto il nome di *regressione statistica*: con tale espressione si intende il fenomeno per cui soggetti selezionati sulla base di punteggi estremi ad un primo test tendano a "regredire" verso la media generale del gruppo nelle prove successive (registrando quindi un peggioramento per i punteggi estremamente alti e, specularmente, un miglioramento per quelli estremamente bassi), e tale spostamento viene spesso erroneamente ritenuto effetto della variabile sperimentale. In realtà, il fenomeno in questione è dovuto alla correlazione imperfetta esistente fra misurazioni ripetute dello stesso tratto: infatti, minore è la correlazione, maggiore è la regressione verso la media. Accanto a tutti gli elementi che impediscono di ottenere una correlazione perfetta fra due test, a diminuire la stessa può intervenire anche l'errore di misurazione: è infatti lecito ipotizzare che, maggiore è la distanza dalla media di un punteggio o valore, tanto più è grande, in eccesso o in difetto, l'errore di misurazione dovuto al caso; ma, nelle prove successive, è piuttosto naturale attendersi che fortuna o sfortuna estreme difficilmente tenderanno a ripetersi, facendo sì, appunto, che tali punteggi regrediscono verso la media. Se, tuttavia, un gruppo estremo viene scelto sulla base di criteri indipendenti, anziché proprio perché abbia punteggi estremi sulla variabile studiata, non ci si dovranno attendere effetti di regressione, poiché in questo caso le cause di varianza sono lasciate libere di agire sui punteggi iniziali in entrambe le direzioni. È chiaro che nella ricerca presentata non sia stato effettuato alcun tipo di selezione *ex ante* sulla base di qualche punteggio o valore su una o più variabili precedentemente misurate, bensì tutti i soggetti coinvolti sono entrati nell'analisi; per di più, grazie al pretest, si è perfettamente in grado di rintracciare i punteggi estremi ed isolarli, oppure di studiare la loro evoluzione in maniera comparata fra i due gruppi. Ragion per cui, anche il *fattore regressione* risulta controllato.

Nei casi in cui, come in questo, ci si trovi a lavorare su più di una osservazione, va inoltre tenuta in debita considerazione la possibilità (praticamente una certezza quando si hanno popolazioni molto ampie) che non tutti i soggetti partecipino a tutte le fasi per loro previste dell'esperimento. Nel disegno di indagine adottato, tali momenti sono tre per il gruppo sperimentale e due per il gruppo di controllo (cfr. Par. 1.1.4.). Nel momento in cui un individuo non sia presente in tutte le occasioni, ci si trova di fronte a ciò che viene definito *mortalità sperimentale*. In tal caso, può succedere che la perdita di unità nei diversi gruppi crei delle differenze fra gli stessi che possono essere a torto scambiate per l'effetto della variabile sperimentale. Nei

disegni di indagine con gruppo di controllo non equivalente tale problema si fa particolarmente pressante, poiché spesso si giunge di fatto ad una situazione di non equivalenza molto marcata, per cui gli effetti della *mortalità sperimentale* vanno a sommarsi con quelli della *selezione*, di cui si è già discusso. Tale problema non si pone invece quando si ha la possibilità di costruire gruppi randomizzati, anche in assenza di pretest: in questi casi, infatti, non c'è ragione di ritenere che la *mortalità sperimentale* possa agire in maniera differente sui diversi gruppi. Esiste però un'eccezione che raramente viene presa in considerazione. Normalmente si ritiene che, cause fisiologiche a parte, la *mortalità sperimentale* sia da imputare alla scarsa disponibilità di alcuni soggetti a partecipare diligentemente a tutte le fasi di un esperimento, oppure al fatto che una volta compresi gli obiettivi della ricerca nella sua prima fase, essi possano per disinteresse verso l'argomento decidere di non presentarsi alle fasi successive. Tale *mortalità*, allora, com'è ovvio, può colpire in maniera selettiva un gruppo piuttosto che un altro, poiché, in linea di massima, quello sperimentale si troverà coinvolto per lo meno una sessione in più rispetto a quello di controllo (quella della somministrazione della variabile sperimentale); a tale impegno maggiorato potrebbero resistere, presumibilmente, solo i soggetti più motivati e quindi più sensibili all'influenza del trattamento. Ecco perché normalmente si ritiene che disegni con gruppi randomizzati ed aventi il solo posttest riescano a controllare il *fattore mortalità*. Ciò è senza dubbio vero in molti casi, com'è anche opinione di Campbell e Stanley nell'opera precedentemente citata, ma va tenuto in ogni caso presente che "è possibile infatti che, invece di determinare una variazione dei punteggi individuali, alcune X influiscano sulla percentuale di dispersione. Naturalmente, anche quando tali percentuali siano le stesse, rimane la possibilità che interazioni complesse rendano differente la natura delle defezioni dal gruppo sperimentale e dal gruppo di controllo" (cfr. Campbell e Stanley, 1966; ed. it. 2004, p. 65). Se, dunque, si accetta, come sembra plausibile, questa affermazione, allora il controllo della mortalità negli esperimenti con gruppi randomizzati e senza pretest non appare più così scontato, a meno di non svolgere il posttest immediatamente a ridosso dell'intervento sperimentale per evitare le paventate defezioni. Sarà a questo punto evidente che, per tenere sotto controllo il *fattore mortalità*, siano necessari sia lo svolgimento del pretest, sia il monitoraggio della partecipazione dei soggetti alle diverse fasi dell'esperimento. Ma cosa fare di quei soggetti che non sono presenti in tutte le occasioni? Vanno scartati o tenuti? Ed in base a quali criteri? Normalmente, la tentazione di scartare i soggetti del GS che non abbiano ricevuto la somministrazione della X, producendo così una distorsione selettiva che, si badi bene, non coinvolge il GC, in direzione dei soggetti più interessati o diligenti, è forte. Il rischio, in questi casi, è naturalmente quello di commettere un *falso positivo*, ossia di decretare il successo dell'esperimento quando invece il risultato è spurio. Sarebbe più corretto, invece, mantenere per l'analisi tutti i soggetti che hanno completato pretest e posttest, compresi quindi quelli del GS assenti al momento della somministrazione della X: in tal modo si ridurrebbero gli eventuali effetti di X, ma si manterrebbe il campione non distorto nel caso in cui esso sia casuale. Nel caso della presente ricerca, l'adozione del pretest ed il monitoraggio, in forma ovviamente anonima e codificata, della partecipazione dei soggetti alle diverse fasi dell'esperimento ci fornisce tutti gli elementi necessari per il controllo del *fattore mortalità*. Tuttavia, riguardo alle indicazioni canoniche circa le modalità di selezione appena esposte, ci si è mossi in maniera differente. Per

quanto riguarda i soggetti del GS da sottoporre ad analisi, infatti, si è deciso di mantenere soltanto coloro i quali avessero completato tutte e tre le fasi per loro previste. Ciò ha comportato, ovviamente, una percentuale di eliminazione maggiore (di circa il 10 %) di questi rispetto ai soggetti del GC, ma si è ritenuto di poter accettare questa perdita avendo comunque ancora a disposizione numerosi individui (circa 850 per il GS e circa 900 per il GC); dall'altra parte si è convinti che tale differenza non abbia comportato una distorsione selettiva nei termini sopra specificati, poiché le sessioni dell'esperimento si sono svolte durante l'orario scolastico e sono state programmate ad insaputa dei ragazzi stessi, ragion per cui è lecito supporre che la *mortalità* riscontrata sia esclusivamente di tipo fisiologico. Inoltre, separando i soggetti del GS che hanno completato tutti gli eventi per loro previsti da quelli che invece erano presenti in una o due occasioni solamente, ci si è riservati la possibilità di costruire ulteriori gruppi di comparazione da sottoporre a valutazioni incrociate, corroborando così le conclusioni cui si è pervenuti e aumentando per di più il grado di fiducia sul giudizio di validità interna fornito. A fronte di ciò, è possibile affermare che il disegno di indagine predisposto abbia permesso di controllare le distorsioni derivanti dall'influenza del *fattore mortalità sperimentale*. Come si sarà intuito da quanto finora detto, l'ultima ipotesi rivale che resta da esaminare rispetto alla validità interna dell'esperimento riguarda la possibilità che si siano verificate delle interazioni fra il *fattore selezione* ed uno o più degli altri sinora esaminati, il che, in altri termini, vuol dire vagliare l'ipotesi che ciascuno di questi possa aver esercitato la sua influenza su uno solo dei due gruppi, oppure su entrambi, ma in maniera diversa. Per quanto riguarda *storia, testing, strumentazione, regressione e mortalità* non paiono esserci ragioni sufficientemente forti da suscitare tale dubbio: non pare plausibile, infatti, che possano essersi verificati eventi tali da influenzare i gruppi in maniera sistematicamente diversa (*selezione-storia*), né che il questionario impiegato possa aver sortito effetti differenziali (*selezione-testing e selezione-strumentazione*); inoltre, le modalità di coinvolgimento dei soggetti da intervistare e dei casi da analizzare, congiuntamente alla impossibilità dei ragazzi di conoscere le date di svolgimento delle sessioni dell'esperimento, portano ad escludere anche le ultime due ipotesi di interazione (*selezione-regressione e selezione-mortalità*). L'ultima, più comune e pericolosa interazione che possa verificarsi per la validità interna dell'esperimento è quella fra *selezione e maturazione*. In questo caso, tuttavia, come anticipato in precedenza, essa resta altamente improbabile per una serie di ragioni: anzitutto, la natura stessa dell'oggetto di indagine rende difficile pensare ad una differente evoluzione dei due gruppi; in secondo luogo, sia il pretest che la convergenza nei risultati di tecniche diverse di analisi, come sopra ricordato, portano ad escludere effetti di *selezione* tali da determinare differenze nella *maturazione*. Inoltre, la procedura di reclutamento dei soggetti e l'assegnazione casuale da parte del ricercatore e non autoselettiva da parte dei ragazzi ai gruppi di appartenenza depongono ancora a favore di una sostanziale equivalenza iniziale; infine, il tipo di *outcome* dell'esperimento, che a fronte di una ampia sovrapposibilità sulla proprietà investigata nel pretest vede un allargamento della forbice nel posttest, in linea con le ipotesi dell'indagine, rende ancora una volta improbabile l'imputazione di tale esito alla corrispondenza a due modelli evolutivi differenti per ciascun gruppo, mentre appare assai più plausibile che l'aumento registrato sia da imputarsi alla variabile sperimentale. Tirando le somme, si può affermare che anche le interazioni fra il *fattore selezione* e gli altri risultino controllate.

Pur lasciando spazio ad una minima probabilità di errore nella valutazione altamente positiva della validità interna della ricerca, si può conferire all'indagine condotta lo *status* di esperimento vero e proprio, senza timore di essere eccessivamente pretenziosi. La conduzione della campagna realizzata, infatti, come si è ricordato in apertura, nonostante sia classificabile come disegno di indagine quasi-sperimentale, si è mostrata addirittura in grado di fornire maggiori garanzie sulla correttezza delle procedure che se ci si fosse ostinati, in nome di qualche precetto teorico, tanto limpido e rassicurante in astratto, quanto problematico e irto d'insidie nella pratica, a perseguirne la sua matrice di provenienza sperimentale vera e propria. Inoltre, va senz'altro rammentato che, se dal punto di vista della trattazione delle ipotesi rivali, vada tenuto in debito conto qualsiasi possibile elemento di perturbazione, d'altro canto, quando si scende sul piano operativo, ci si accorge che non necessariamente la partita vada giocata su un numero di fronti così articolato. In questo caso, infatti, sono le caratteristiche stesse del tema trattato che portano ad escludere immediatamente, e senza alcun dubbio, la rilevanza di ipotesi rivali come la *maturazione* e la *regressione*, ragion per cui, almeno per questi due ambiti, il compito risulta facilitato in partenza. Del controllo degli altri fattori si è già discusso ampiamente; non si può far altro, quindi, che concludere ribadendo che la strada scelta per la ricerca sia stata, tanto dal punto di vista metodologico, quanto da quello più pragmatico ed operativo, la migliore che potesse conformarsi agli obiettivi della campagna, ed in grado di non inquinare la natura e i propositi della stessa, mantenendo al contempo le più forti garanzie che si potessero fornire di correttezza scientifica.

#### 1.4.2. I fattori della validità esterna

Una volta accertato che le risultanze sperimentali non siano imputabili ad ipotesi rivali incontrollate, e che le conclusioni stesse dell'analisi statistica siano state ottenute in maniera ugualmente corretta, è possibile sottoporre all'ultimo giudizio di validità l'esperimento condotto. Ciò tocca direttamente quello che è "il fine ultimo di ogni ricerca scientifica", cioè "la scoperta di eventuali leggi" (cfr. Lazarsfeld, 1958; tr. it. 1969, p. 41). Nei disegni di ricerca sperimentali, ciò significa esplorare le possibilità e i limiti relativi alla *generalizzazione* dei risultati dell'esperimento, o, se si preferisce, valutare il suo grado di *rappresentatività* rispetto a tutti quei soggetti che nell'esperimento non sono stati coinvolti e ai quali si vorrebbe estendere le conoscenze. A tale tipo di giudizio si attribuisce il nome di *validità esterna*. Come nel caso precedente, anche in questo, le minacce portate alla possibilità di allargamento in contesti più ampi delle conclusioni cui si è pervenuti sono concettualizzabili all'interno di quattro *fattori* o ipotesi rivali, ciascuna delle quali, ancora una volta, è di per sé in grado di confinare i risultati della ricerca nello stretto contesto della precisa situazione sperimentale, e non al di là di quest'ultima.

Il fattore che più di tutti riguarda da vicino le possibilità di *generalizzazione* e il grado di *rappresentatività* della popolazione studiata è rappresentato dall'*interazione fra il fattore selezione e la variabile sperimentale X*. Può succedere, infatti, che non sia lecito estendere le conclusioni tratte alla popolazione di riferimento, poiché, rispetto ad essa, il campione può non essere rappresentativo. Ovviamente, il grado di rappresentatività campionaria è da mettere in relazione alle caratteristiche della popolazione da cui i soggetti studiati provengono, fra cui le sue numerosità e variabilità (cfr. Fraire e Rizzi, 2004). È risaputo che i rigorosi principi del campionamento statistico rendono molto difficile l'estrazione di campioni rappresentativi di popola-

zioni molto ampie, come nel caso degli studenti medi-superiori del Lazio. Per queste ragioni, e se questo è l'orizzonte di riferimento, si deve riconoscere che, a rigore, non si potrebbero estendere i risultati della ricerca sulla base di un "campione" non casuale: si pensi al fatto che la selezione degli istituti è avvenuta sulla base dell'ipotesi che la maggiore o minore prossimità ad una fonte di radiazioni potesse influenzare in partenza la competenza dei soggetti in merito alla conoscenza del rischio (cfr. Par. 1.1.1.). Si tenga a questo punto presente che non è in ogni caso operazione immediata decretare il successo o meno nel controllo del fattore e che, al di là delle regole canoniche della statistica, nella concreta pratica di ricerca, è soprattutto tramite l'apprendimento "graduale, attraverso prove ed errori" che si riesce a valutare le possibilità di generalizzazione (cfr. Campbell e Stanley, 1966; ed. it. 2004, p. 73). Nello specifico, tale ipotesi di partenza si è dimostrata non confermata, per cui la diversificazione che ci si aspettava di trovare a seconda della vicinanza a determinati siti non è stata invece riscontrata. In virtù di ciò, considerando che il criterio di scelta impiegato non si è dimostrato esplicativo, e tenendo presente che è difficile richiamare alla mente altri fattori contestuali che possano significativamente incidere sul livello di preparazione dei ragazzi circa il rischio ambientale in questione, non diventa allora eccessivamente azzardata la pretesa di generalizzazione delle risultanze sperimentali, a patto che si sia disposti a non restare irrigiditi sulle posizioni del purismo statistico più intransigente. Se a questo si aggiunge che, nei limiti del possibile, si è cercato di perseguire il criterio della massima varietà delle condizioni, al fine di aumentare il grado di fiducia nella rappresentatività del campione, nella consapevolezza fin da principio, comunque, che ai requisiti di scelta assolutamente casuale e di numerosità dei soggetti da coinvolgere non si sarebbe potuto tenere completamente fede, si può allora concludere, mantenendo un certo grado di cautela, che *l'interazione fra il fattore selezione e la variabile sperimentale X* risulti controllata nella massima misura possibile permessa dalle concrete caratteristiche della ricerca.

Il secondo ostacolo che interessa esaminare riguarda il possibile *effetto reattivo del testing*. Com'è noto, la somministrazione di un pretest può influenzare, positivamente o negativamente, la ricezione della variabile sperimentale. Se, allora, vi è un' *interazione testing-X*, com'è possibile generalizzare gli effetti di una determinata variabile sperimentale a coloro i quali non siano sottoposti a pretest, sebbene questo, come si è detto, rappresenti lo scopo di qualsiasi scienza? È ovvio che nei disegni di ricerca con solo posttest tale problema è annullato a monte, ma sulle ragioni che hanno spinto ad effettuare due misurazioni già si è discusso. Nella presente ricerca, avendo entrambi i gruppi svolto il pretest, bisognerebbe di conseguenza dedurre che le conclusioni della ricerca non siano esportabili. Ma le cose non stanno precisamente così. Se, infatti, è senza dubbio vero che la conoscenza circa il tema oggetto d'indagine, acquisita attraverso l'intervento formativo, possa in ipotesi essere stata artificialmente gonfiata dall'effetto di sensibilizzazione svolto dal pretest, è anche vero che la situazione specifica di ricerca nelle scuole fornisce un'arma decisiva per rigettare l'ipotesi alternativa, poiché "quando le osservazioni sperimentali sono simili a quelle di norma effettuate non sarà presente alcuna sgradita interazione fra il *testing* ed *X*" (cfr. *ibid.*, p. 71). E quale popolazione, più di quella studentesca, si trova costantemente sottoposta a valutazioni di conoscenza espresse in forma di test, a tal punto da permettere di escludere effetti di interferenza con la variabile sperimentale? Inoltre, come si è già ricordato, grazie alle

defezioni dei soggetti in alcune delle occasioni costitutive dell'esperimento per loro previste, si è in grado di costruire ulteriori gruppi di comparazione (cfr. Par. 4.6.), ed in particolare quelli dei soggetti sottoposti ad X e al posttest oppure al solo posttest, il cui confronto con i due originari permette di esprimersi sulla possibilità che il pretest abbia influenzato o meno la ricezione della variabile sperimentale. A fronte di ciò, si può dunque affermare che l'*interazione testing-X* risulti controllata e, in tal senso, che le conclusioni siano generalizzabili.

Il terzo problema su cui porre l'attenzione richiama ancora una volta la già citata differenza fra le caratteristiche dell'esperimento a seconda che esso si svolga nell'ambito delle scienze fisiche o di quelle sociali. L'elemento basilare di questa distinzione risiede negli stessi oggetti (in senso logico, poiché nelle seconde si ha a che fare con dei soggetti) sottoposti a trattamento ed osservazione. Se, infatti, non c'è ragione di dubitare che qualsiasi barra di ferro, se sottoposta agli stessi trattamenti e nelle stesse condizioni di quella su cui si sta lavorando, reagirà nello stesso modo, è chiaro che non altrettanto si può affermare quando invece si ha a che fare con degli individui. Una delle ragioni di ciò risiede nella *reattività delle condizioni sperimentali*: la consapevolezza, cioè, da parte dei soggetti di essere studiati, congiuntamente a caratteristiche palesemente artificiali delle procedure di ricerca, può produrre alterazioni tali da annullare la generalizzabilità delle conclusioni<sup>12</sup>. Gli elementi che possono generare reazioni sono senza dubbio numerosissimi: il pretest, l'interazione di quest'ultimo con X, l'assegnazione dei soggetti ai trattamenti, la presenza dei ricercatori, l'annuncio del trattamento sono quelli più comuni e, in questa ricerca, i più minacciosi. In riferimento al pretest, è possibile affermare che un questionario strutturato e standardizzato, in tutto simile ai compiti in classe normalmente svolti dagli studenti, non sembra poter generare effetti di reazione, né singolarmente, né in interazione con X. Per quanto riguarda invece la formazione del GS e del GC, è possibile escludere conseguenze indesiderate: infatti, la procedura di scelta è stata effettuata su intere scuole, senza quindi bisogno di dividere i ragazzi all'interno della propria classe, proprio con il preciso scopo di evitare reazioni da parte dei soggetti coinvolti. Basti pensare a cosa avrebbe potuto portare in termini di reattività assegnare ragazzi della stessa classe a due gruppi diversi, separandoli al momento dello svolgimento dell'intervento formativo. La presenza dell'intervistatore, invece, non si è potuta evitare. Il caso contrario avrebbe implicato la trasformazione degli insegnanti stessi in sperimentatori, attraverso un addestramento lungo, complesso, di certo non sempre di successo ed a cui presumibilmente pochissimi docenti avrebbero inteso sottoporsi. Tuttavia, dato che il questionario è stato autocompilato e che l'attività del rilevatore si è limitata all'illustrazione dello stesso, è ragionevole credere che la presenza di estranei nella classe possa aver influenzato l'andamento dell'esperimento in maniera molto limitata, se non nulla. Proseguendo, come si è già avuto modo di dire, ai ragazzi non è stato comunicato che avrebbero compilato un secondo test, ed i soggetti del gruppo sperimentale hanno assistito all'intervento

---

<sup>12</sup> In riferimento alle condizioni reattive nello svolgimento di un'indagine, è possibile ricordare la famosissima e fortunata indagine diretta da Elton Mayo, nella quale tale reazione, di cui non si era tenuto conto nella fase di progettazione, non solo non invalidò la ricerca, ma si rivelò sorprendentemente feconda dal punto di vista conoscitivo (cfr. Madge, 1962; tr. it. 2006), finendo per costituire quello che probabilmente è il miglior esempio di *serendipity* che la letteratura riporti.

formativo senza sapere prima quando questo si sarebbe svolto. Per quanto riguarda, invece, le caratteristiche dell'intervento formativo (cfr. Par. 2.1.), c'è da dire che esso non pare allontanarsi eccessivamente dalle lezioni scolastiche o da altre attività formative cui gli studenti normalmente partecipano nel corso della loro carriera scolastica, per cui in riferimento a tale aspetto possono senza dubbio escludersi effetti particolari di reattività. Se reazione c'è stata, essa è da esplorare in relazione, tutt'al più, ai problemi logistici e di attenzione che la lezione ha suscitato (spazi ristretti, scarsa visibilità e/o udibilità, basso interesse verso l'argomento, ecc.; cfr. Cap. 6 per la valutazione del clima dell'intervento). Tenuto conto di questo, è possibile però soffermarsi su due aspetti. Il primo è che, se tale tipo di esposizione non esula dalla normalità delle attività scolastiche, ed è per questo non reattiva, allora, in riferimento all'estensione della campagna su più larga scala, condizioni migliori di svolgimento delle lezioni non potranno che migliorare le aspettative circa l'esito dell'intervento. D'altro canto, qualora le condizioni si mantenesero le stesse in contesti diversi e più ampi di quello sul quale si sta nello specifico discutendo, allora non si vede per quale ragione l'indagine condotta non possa essere rappresentativa di situazioni analoghe in popolazioni di riferimento più ampie. Per tutte queste ragioni, è possibile affermare che la ricerca ha limitato al massimo i possibili effetti reattivi alle condizioni sperimentali e che le sue conclusioni sono, da questo punto, di vista senz'altro generalizzabili.

L'ultima ipotesi rivale da esaminare interessa in questa sede solo marginalmente e se ne discute solo per completezza della trattazione. Essa riguarda l'*interferenza dovuta ai trattamenti multipli*, che pone ostacoli alla generalizzazione poiché è difficile cancellare gli effetti di trattamenti precedenti. In questa ricerca si ha un solo trattamento per il GS (la lezione degli esperti dell'ISPRA), per cui il problema non si pone. In secondo luogo, è questo un fattore che influisce particolarmente nei disegni con un solo gruppo, poiché, se non si possono effettuare confronti con i GC, diviene complicato isolare l'effetto dell'interferenza. Ma nuovamente non si tratta del caso in analisi, visto che il disegno adottato ha previsto l'affiancamento di un altro gruppo non sottoposto a trattamento, accanto a quello sperimentale. Tirando le somme, è possibile, quindi, affermare che anche sul versante dell'esportabilità dei risultati il disegno di ricerca fornisce ottime garanzie. Gli unici dubbi, come si ricorderà, riguardavano in partenza soprattutto la rappresentatività del campione rispetto al contesto di riferimento, anche se sono state individuate delle valide ragioni a sostegno di una maggiore possibilità di estensione dei risultati di quanto potesse a prima vista apparire. Ma la questione della rappresentatività è comune a tutte le inchieste sociologiche, sperimentali o meno, e chiunque abbia dimestichezza con la ricerca sociale sa bene quanto sia difficile, sia dal punto di vista organizzativo che da quello finanziario, predisporre indagini in grado di rispettare i rigidi requisiti del campionamento statistico, per cui, nella pratica, l'obiettivo rappresenta sempre un limite verso cui è molto arduo tendere.

Conforta allora, in conclusione del discorso, l'insegnamento di Campbell e Stanley, secondo i quali è inutile proporre graduatorie astratte di validità dei diversi disegni sperimentali e, tanto più, cercare di predisporre indagini perfette dal punto di vista metodologico e formale, senza rendersi conto che è il contesto concreto nel quale si svolge la ricerca a dover indirizzare verso certe procedure, anziché verso altre. Se, allora, il disegno di indagine migliore è quello che più degli altri si adatta alle specifiche e reali situazioni, è proprio questa l'ultima garanzia che è possibile fornire sulla correttezza nella conduzione dell'indagine in tutte le sue fasi e a tutti i suoi livelli.

## 2. L'INTERVENTO FORMATIVO: CARATTERISTICHE ED EFFETTI ATTESI

di Alessandra Decataldo e Francesca Marconi<sup>1</sup>

---

### 2.1. Le caratteristiche della campagna informativa

Nel corso del mese di settembre 2009, presso il Dipartimento RIS dell'ISPRA, sono state avviate le attività di un gruppo di lavoro interno, composto da 13 esperti di diversa formazione<sup>2</sup> (un sociologo dell'ambiente, un chimico industriale, una documentalista, 2 ingegneri meccanici, 3 fisici e 5 ingegneri nucleari), finalizzato a definire i programmi e i contenuti della campagna informativa, nonché a collaborare con il Dipartimento universitario incaricato della ricerca-intervento nella progettazione dei questionari da sottoporre agli studenti nel corso del pretest e del posttest (cfr. Par. 1.1.2.). Come si ricorderà, infatti, la concettualizzazione e l'operativizzazione di ciascuna delle dimensioni teoricamente rilevanti da esplorare attraverso il questionario semi-strutturato è stata strettamente coerente con i programmi e i materiali didattico-informativi che andavano costituendo la campagna dell'ISPRA, al fine di consentire la successiva valutazione degli effetti della stessa (cfr. Fig. 1.2.).

---

<sup>1</sup> Alessandra Decataldo ha redatto il Par. 2.1., Francesca Marconi il 2.2.

<sup>2</sup> Il gruppo di lavoro risultava composto da:

1. Massimo Altavilla: fisico, Esperto qualificato dell'ISPRA per la sorveglianza fisica della protezione dalle radiazioni ionizzanti;
2. Giovanni Bava: ingegnere nucleare, Dirigente tecnologo dell'ISPRA, responsabile del Servizio Tecnologie Nucleari;
3. Pietro Bitonti: ingegnere nucleare, Primo tecnologo dell'ISPRA, Ispettore (con qualifica di Ufficiale di Polizia Giudiziaria) sull'impiego dei radioisotopi e delle macchine radiogene;
4. Luciano Bologna: ingegnere nucleare;
5. Nadia Cipriani: ingegnere nucleare;
6. Mario Dionisi: ingegnere nucleare, Dirigente tecnologo, esperto della gestione dei rifiuti radioattivi;
7. Alessandra Ensoli: documentalista dell'ISPRA, Responsabile del trattamento e della gestione elettronica della documentazione scientifica depositata nell'archivio istituzionale del RIS;
8. Giorgio De Benedetti: fisico;
9. Manlio Maggi: sociologo dell'ambiente, Primo tecnologo dell'ISPRA, responsabile del Settore Percezione e comunicazione dei rischi tecnologici;
10. Leandro Magro: fisico;
11. Roberto Mezzanotte: ingegnere meccanico, Capo Dipartimento RIS dell'ISPRA (fino al 31 ottobre 2009);
12. Gennaro Pisanti: ingegnere meccanico con specializzazione nucleare;
13. Giancarlo Torri: chimico industriale, Primo tecnologo dell'ISPRA, Responsabile del Servizio misure radiometriche.

Sono stati, inoltre, acquisiti contributi di Antonella Amendola (Medico, specializzata in Medicina nucleare).

Nel mese di dicembre, in particolare, è stato elaborato un documento organico contenente una trattazione dei temi più importanti in materia di radiazioni ionizzanti. Di tale documento è stata successivamente predisposta una presentazione in formato Power Point (cfr. Allegato 5), come ausilio didattico ai fini dello svolgimento degli interventi presso le scuole, nel tentativo di renderlo il più possibile omogeneo e contenuto nei tempi stabiliti. L'intervento formativo, prevalentemente a causa di esigenze logistiche e gestionali manifestate dai presidi già in fase di predisposizione degli accordi per l'espletamento della ricerca-intervento, è consistito in una lezione della durata di 2 ore (di cui mezz'ora da dedicare ad un dibattito finale con gli studenti).

L'intervento è stato incentrato su: l'origine, gli impieghi e i rischi delle radiazioni ionizzanti. Lo scopo, si ricorderà, era quello di informare i ragazzi in merito ai rischi da esposizione a sorgenti di radiazioni, per poi osservare — mediante successiva rilevazione e analisi dei dati — se vi fosse un cambiamento rispetto a ciascuna delle dimensioni dell'atteggiamento verso tali rischi.

Il materiale messo a punto dall'ISPRA è stato lo stesso per tutti gli istituti facenti parte del GS; inoltre, gli esperti dell'ISPRA, incaricati di svolgere la funzione di relatori nel corso dell'intervento formativo, si erano precedentemente esercitati a fornire uno stimolo massimamente standardizzato. Il gruppo di ricerca era, comunque, consapevole che l'intervento fosse stato progettato pensando ad un ideale studente medio, dotato di un bagaglio di interesse, attenzione e consapevolezza minimo, e che nella realtà i relatori avrebbero potuto trovarsi di fronte a studenti sia sopra che (più frequentemente) sotto tale media. Nonostante sia stato possibile coordinarsi in merito al registro da adottare, è stato naturale che ciascun relatore si trovasse nelle condizioni di dover adeguare il linguaggio in funzione degli studenti uditori. Del resto, un relatore asettico e completamente indifferente ai feedback provenienti dagli studenti avrebbero potuto probabilmente innalzare il livello di standardizzazione, ma la trasmissione del messaggio e il successo dell'intervento formativo avrebbe potuto risentirne.

Per facilitare l'ascolto e la comprensione dei temi proposti, gli esperti dell'ISPRA hanno realizzato una serie di 88 slide organizzate in quattro sezioni:

1. la prima, intitolata "Radiazioni ionizzanti e rischi connessi", è la più lunga e consta di 33 slide (dalla slide 2 alla 34). In essa si può trovare un'introduzione teorica su:

- *struttura dell'atomo*: partendo dalle descrizioni di atomo, numero atomico, elemento chimico, arriva a definire il numero di massa e gli isotopi, naturali ed artificiali. Si sofferma in particolare su questi ultimi, che sono elementi aventi stesso numero atomico e uguali proprietà chimiche, ma risultano differenti nel peso atomico e nel comportamento radioattivo.
- *Processi di decadimento radioattivo*: descrive la situazione per cui, se il numero dei neutroni e dei protoni del nucleo è ben bilanciato, l'atomo è stabile, ma, se vi è uno sbilanciamento nel numero dei neutroni e dei protoni, l'atomo è instabile e tende a decadere, cioè a modificare il numero di questi componenti trasformandosi in un nuovo atomo ed emettendo energia. Dà, inoltre, conto delle tre differenti forme di decadimento,  $\alpha$  (può essere schermata da un foglio di carta, dai vestiti o anche da pochi centimetri di aria),  $\beta$  (può essere schermata da una lamiera metallica, alcuni millimetri o qualche metro di aria) e  $\gamma$  (si tratta delle onde elettromagnetiche, che possono essere schermate solo da grossi spessori di metallo o calcestruzzo).

- *Tempi di dimezzamento dei radioisotopi*: racconta di come il decadimento possa avvenire in un tempo più o meno lungo, poiché ogni radioisotopo è caratterizzato da un tempo di dimezzamento (ossia il tempo necessario affinché il numero di atomi di un radioisotopo si riduca della metà), che può variare da frazioni di secondo a miliardi di anni.
- *Differenza tra radiazioni ionizzanti e non ionizzanti*: descrive come le particelle  $\alpha$  e  $\beta$  e le radiazioni  $\gamma$  siano radiazioni ionizzanti, ossia la loro energia sia sufficientemente alta da produrre la ionizzazione (la separazione di uno o di più elettroni dagli atomi o dalle molecole di cui fanno parte, che restano di conseguenza carichi positivamente) degli atomi della materia circostante con la quale interagiscono (la radioattività è, pertanto, il fenomeno per cui i nuclei non stabili decadono trasformandosi in altri nuclei ed emettendo radiazioni ionizzanti). Sottolinea, inoltre, come raggi x e raggi  $\gamma$  siano onde elettromagnetiche come la luce, le onde radio o quelle prodotte da qualsiasi dispositivo in cui passi corrente elettrica variabile, ma la differenza stia nella frequenza e nell'energia (ad esempio, l'energia della luce o delle onde radio riscalda la materia, ma non è sufficiente per ionizzare).
- *Unità di misura della radioattività*: dà conto di come la radioattività presente in una determinata quantità di materia si misuri in Becquerel (Bq), di cui un'unità corrisponde ad un decadimento al secondo.
- *Processi di fusione e fissione*: descrive la fissione nucleare, che consiste nella rottura del nucleo di un elemento pesante in due nuclei di elementi più leggeri, a seguito della collisione con un neutrone. Inoltre, analizza come nella fissione si producano due o tre neutroni, che, a loro volta, possono produrre nuove fissioni, determinando una reazione a catena.
- *Sorgenti radiogene naturali*: dà conto delle principali fonti naturali, in particolare di raggi cosmici (provengono dallo spazio e sono costituiti da particelle di vario tipo e con differenti energie; in particolare possono rilasciare dosi significative a chi effettua frequenti voli ad alta quota) e radionuclidi naturali, distinguendoli in primordiali (esistenti sin dalla formazione della terra e ancora presenti per il loro lunghissimo tempo di dimezzamento) e cosmogenici (prodotti dall'interazione dei raggi cosmici con l'atmosfera).
- *Dosi ed effetti delle radiazioni ionizzanti*: definisce la dose efficace come la grandezza nella quale si combinano l'energia assorbita dai diversi organi o tessuti colpiti dalle radiazioni ionizzanti e alcuni fattori che tengono contemporaneamente conto della pericolosità dello specifico tipo di radiazione e della sensibilità di ciascuno degli organi o tessuti. Inoltre, racconta la tossicità dei radicali prodotti dalla ionizzazione, che interagiscono con il DNA, provocando danni somatici (interessano le cellule dei diversi tessuti dell'organismo della persona irraggiata, tali per cui una cellula sana può trasformarsi in una cellula di tipo canceroso) o genetici (interessano le cellule degli organi riproduttivi della persona irraggiata causando alterazioni nei discendenti). Dà conto di come dosi ed effetti siano strettamente connessi, poiché, a seconda della dose di radiazioni ricevuta, gli effetti possono essere probabilistici (l'insorgenza di tumori e danni genetici possono verificarsi o meno, con probabilità crescente all'aumentare della dose) o deterministici (si tratta di danni immediati, come eritemi, opacizzazione del cristallino, cataratta, sterilità temporanea o permanente, di gravità crescente all'aumentare della dose, sino alla morte).

- *Radioprotezione*: descrive una disciplina (dando conto anche del sistema regolatorio nazionale ed internazionale) il cui obiettivo è tutelare la salute dei lavoratori e della popolazione e l'ambiente dai rischi derivanti dalle radiazioni ionizzanti, attraverso la prevenzione o la riduzione di tali rischi. Illustra i tre principi di giustificazione (tale per cui ogni esposizione deve essere giustificata in base ai benefici che ne possono derivare), ottimizzazione (in base alla quale le esposizioni devono essere mantenute al livello più basso ragionevolmente ottenibile) e limiti di dose (per cui le dosi non devono superare i limiti prescritti dalla legge).
  - *Esposizione al radon e risultati delle indagini condotte in Italia*: presenta il radon (gas nobile radioattivo, incolore ed inodore, proveniente dal suolo) che tende ad accumularsi negli ambienti chiusi e che, laddove inalato, rappresenta una delle principali cause di tumore polmonare. Suggerisce elementari pratiche di protezione, come la ventilazione dei locali o l'interruzione del consumo di sigarette, onde evitare un effetto congiunto.
2. La seconda sezione, denominata "Impieghi delle radiazioni ionizzanti", è composta da 21 slide (dalla slide 35 alla 55) che approfondiscono gli impieghi delle radiazioni ionizzanti in campo:
- *medica*: informa in merito all'uso delle radiazioni ionizzanti per gli esami diagnostici tramite raggi x (radiografia e tomografia computerizzata) e somministrazione di radioisotopi (scintigrafia e *positron emission tomography*), nonché per il trattamento dei tumori tramite il bombardamento delle cellule cancerogene con radiazioni ionizzanti ad alta energia che ne causano la morte (radioterapia esterna, brachiterapia e radioterapia metabolica).
  - *Industriale*: rende noto l'uso delle radiazioni ionizzanti per la radiografia industriale (volta a radiografare componenti meccanici, assicurare la qualità delle fusioni e delle saldature e verificare l'integrità di componenti impiantistici di elevato spessore) e per gli impianti di sterilizzazione a raggi  $\gamma$  di strumenti chirurgici o materiale sanitario in genere.
  - *Agricola*: informa in merito all'uso delle radiazioni ionizzanti per l'irraggiamento delle derrate alimentari, per cui inibisce la germinazione e ritarda il processo di maturazione della frutta, allunga i tempi di conservazione senza ricorrere all'uso di sostanze chimiche, elimina larve, insetti ed eventuali parassiti, previene le conseguenze di eventuali contaminazioni da organismi patogeni.
  - *Agrobiologica*: rende noto l'uso della tecnica dell'insetto sterilizzato precedentemente tramite le radiazioni per consentire un efficace controllo delle mosche e di altri parassiti, minimizzando l'uso di antiparassitari e insetticidi chimici.
  - *Della ricerca scientifica e tecnologica*: rendiconta di come i grandi acceleratori vengano utilizzati per produrre collisioni tra particelle subatomiche ricreando le condizioni del "big bang" o per generare radiazioni utilizzate per diverse applicazioni scientifiche e tecnologiche; descrive come le radiazioni prodotte vengano estratte ed utilizzate in diversi campi, dalla ricerca biologica alla scienza dei materiali, alla produzione di microchip, ma anche per ottenere immagini di elevatissima definizione nella diagnostica medica.
  - *Della sicurezza*: rende noto l'uso delle radiazioni ionizzanti per il controllo degli individui e dei loro bagagli prima di accedere ad uffici, aeroporti, ecc., nonché per la rilevazione di fumo negli ambienti.

3. La terza sezione, intitolata "Utilizzo dell'atomo per la produzione di energia", consta di 17 slide (dalla slide 56 alla 72) che esaminano:

- *fissione e fusione nucleare*: sebbene questi temi siano già stati introdotti nella prima sezione, qui si approfondiscono le questioni relative alla reazione a catena, spiegando come durante le reazioni nucleari una parte di massa scompare e si trasforma in energia milioni di volte superiore a quella prodotta dalle reazioni chimiche.
- *Centrali nucleari a fissione*: conseguentemente spiega il funzionamento delle centrali nucleari, soffermandosi in particolare sui reattori e sui vantaggi derivanti dal loro uso (infatti, l'atomo può produrre grandi quantità di energia, senza emissioni di anidride carbonica e altri gas serra), ma anche sulle criticità rappresentate dalla sicurezza e dalla produzione di rifiuti radioattivi.

4. La quarta sezione, denominata "Gestione dei rifiuti radioattivi", si compone di 16 slide (dalla slide 73 alla 88) che trattano:

- *classificazione dei rifiuti radioattivi*: informa su come i rifiuti radioattivi siano classificabili in tre categorie, la prima delle quali raccoglie quelli che decadono in pochi anni (come i rifiuti medici), la seconda quelli che decadono in decine o centinaia di anni (come quelli derivanti dallo smantellamento di una centrale nucleare), la terza quelli che decadono in centinaia o migliaia di anni (come i rifiuti prodotti dal riprocessamento del combustibile nucleare irraggiato).
- *Condizionamento dei rifiuti radioattivi*: descrive il processo effettuato con l'impiego di un agente solidificante (cemento o vetro), allo scopo di produrre un manufatto nel quale i radionuclidi siano inglobati in una matrice solida, in modo da limitarne la mobilità potenziale.
- *Possibili modalità di gestione*: rendiconta in merito alle modalità di gestione dei rifiuti, focalizzandosi sul deposito superficiale, riservato ai rifiuti di seconda categoria, e su quello geologico profondo, per i rifiuti di terza categoria.
- *Specifiche situazione italiana*: descrive la presenza in Italia di reattori nucleari, fa l'inventario dei rifiuti radioattivi italiani e rendiconta la produzione annua di rifiuti speciali e pericolosi.

Tutto il materiale proposto fa largo uso di immagini, spesso suggestive, e schemi, riducendo la parte testuale a brevi spot, in modo da risultare più semplice ed attraente per l'uditorio. Alcuni studiosi, infatti, evidenziano l'importanza degli aspetti grafici del messaggio e dello stile con cui viene comunicato. Lucchini (1996), ad esempio, sottolinea l'importanza di supporti visivi come immagini, disegni, parole chiave: nel cervello si trattiene più a lungo ciò che si vede piuttosto che quanto si ascolta.

Il prodotto complessivo risulta nel complesso coerente con gli obiettivi prefissati ed adeguato al target dei destinatari: infatti, ogni slide appare sintetica e formulata con un linguaggio semplice e chiaro. Il suo contenuto è valutativo, limitandosi a mostrare sia i benefici sia i rischi dell'uso e della presenza in natura delle radiazioni ionizzanti.

La presentazione risulta composta da un numero particolarmente elevato di slide (88, come si ricorderà), specie se si considera il lasso di tempo piuttosto ristretto destinato alla lezione (come già accennato, circa un'ora e trenta minuti) e lo specifico uditorio, di cui vanno sollecitati continuamente interesse e attenzione. Le quattro sezioni tematiche in cui si articola il materiale informativo predisposto avrebbero potuto essere meglio bilanciate, soprattutto sintetizzando la parte

teorica. La prima parte dell'intervento formativo, infatti, seppur fondamentale nel suo contenuto (soprattutto per gli studenti che, per posizione nel percorso formativo o per specifico tipo di istituto frequentato, non hanno conoscenze di fisica e chimica), poteva risultare agli occhi degli studenti eccessivamente lunga e poco interessante. D'altronde, pensando agli obiettivi specifici della ricerca-intervento (informare in merito ai rischi da esposizione a sorgenti di radiazioni), questa sembra essere la parte che si sarebbe potuto sacrificare maggiormente, soprattutto relativamente alle questioni teoriche di struttura, proprietà e processi di decadimento dell'atomo, processi di fusione e fissione. Di contro, le sezioni seconda, terza e quarta risultano maggiormente coerenti con gli obiettivi della ricerca-intervento, nonché più dense di risvolti pragmatici.

Come già accennato, l'intervento formativo è consistito in una lezione della durata di 2 ore (di cui mezz'ora da dedicare ad un dibattito finale con gli studenti) tenuta da uno degli esperti dell'ISPRa presso ognuna delle scuole del GS in un'aula che ospitava gli studenti dell'intero ciclo di formazione (dal I al V anno, ad eccezione dell'istituto magistrale Maccari di Frosinone) (in merito all'effettivo andamento delle lezioni in ognuna delle scuole cfr. Par. 2.2.2).

La progettazione delle modalità di realizzazione dell'intervento formativo è stata effettuata analizzando i vantaggi che essa presentava rispetto a quattro dimensioni organizzative relative alla logistica, al coinvolgimento e al sistema di attese degli studenti, nonché all'autorevolezza della fonte del messaggio.

Nella tavola 2.1. si riporta uno schema dei vantaggi e delle criticità applicato rispettivamente ad un intervento formativo svolto in sessione plenaria (come è stato per le 12 scuole in analisi, non solo in base alle considerazioni del gruppo di ricerca in termini di costi-benefici, ma anche in seguito ad esplicita richiesta dei dirigenti scolastici, in funzione del vaglio delle risorse temporali e tecnologiche a disposizione<sup>3</sup>), e ad uno articolato in ciclo di lezioni<sup>4</sup>.

Come si può notare, compiendo una semplice operazione di conteggio e procedendo ad una valutazione complessiva che metta in relazione le risorse impiegate ai vari livelli rispetto agli obiettivi, a fronte di 9 vantaggi contro 2 criticità individuati per la sessione plenaria, il ciclo di lezioni mostra solo 4 vantaggi (2 dei quali comuni alla sessione plenaria), relativi alle sole dimensioni del coinvolgimento e dell'autorevolezza della fonte, contro 5 criticità.

La natura quasi-sperimentale del disegno di ricerca adottato imponeva, infatti, un breve intervallo temporale tra l'intervento formativo e il posttest, che non si sarebbe potuto rispettare se le lezioni fossero state 8 (4 per il biennio e 4 per il triennio) in ogni istituto. Inoltre, la modalità plenaria di realizzazione ha contenuto il fattore mortalità nel GS poiché sono state solo 3 (due rilevazioni e un intervento) le occasioni in cui i soggetti hanno dovuto essere presenti; al contrario, il ciclo di lezioni avrebbe aumentato le occasioni in cui i soggetti avrebbero dovuto essere presenti e, conseguentemente, accentuato il fattore mortalità.

Durante la fase negoziale, in attesa dell'accordo, i presidi avevano preteso un'oc-

---

<sup>3</sup> 11 scuole di 12 erano dotate di un'aula magna attrezzata; solo in un caso la lezione si è tenuta in palestra, comunque disponendo di computer, microfono e videoproiettore.

<sup>4</sup> In tal caso, la suddivisione ipotizzata è in base alle quattro sezioni tematiche in cui si articola l'intervento formativo ed alla posizione degli studenti nel percorso scolastico (immaginando una separazione degli studenti del biennio rispetto a quelli del triennio).

Tab. 2.1. – Vantaggi e criticità dell'intervento in sessione plenaria rispetto al ciclo di lezioni

	Intervento in sessione plenaria		Intervento in ciclo di lezioni	
	Pro	Contro	Pro	Contro
Logistica	<p>1. Implica un breve intervallo di tempo tra l'intervento formativo e il posttest.</p> <p>2. Implica una occupazione degli spazi dell'istituto scolastico estremamente ridotta.</p> <p>3. Contiene il fattore di mortalità nel gruppo sperimentale poiché sono solo 3 (due rilevazioni e un intervento) le occasioni in cui i soggetti devono essere presenti.</p> <p>4. Riduce l'uso di risorse umane esperte da coinvolgere negli interventi formativi.</p>			<p>1. Imponendo l'allungamento della durata dell'intervento formativo, estende la distanza tra primo e secondo test.</p> <p>2. Implica una prolungata occupazione degli spazi dell'istituto scolastico.</p> <p>3. Accentua il fattore di mortalità nel gruppo sperimentale poiché sono numerose (due rilevazioni e diversi interventi) le occasioni in cui i soggetti devono essere presenti.</p> <p>4. Amplifica l'uso di risorse umane esperte da coinvolgere negli interventi formativi.</p>
Coinvolgimento	<p>1. Rappresenta un modello a cui il target risulta già socializzato.</p> <p>2. Affianca l'interazione dialogica all'esposizione lineare di contenuti.</p> <p>3. Può prevedere l'uso di strumenti informatici, consentendo una forma di trasmissione della conoscenza aperta e flessibile.</p>	<p>1. Risulta densa di nozioni da apprendere.</p> <p>2. Comporta la predisposizione di un intervento di complessità "media", in quanto a contenuti e registro utilizzato, probabilmente più difficile per gli studenti delle prime classi e più semplice per quelli delle ultime.</p>	<p>1. Permette agli studenti di incamerare poche informazioni alla volta e senza gravare eccessivamente sulla loro capacità di concentrazione.</p> <p>2. Comporta la predisposizione di un intervento di complessità modulata sulle esigenze dell'uditorio.</p> <p>3. Può prevedere l'uso di strumenti informatici, consentendo una forma di trasmissione della conoscenza aperta e flessibile.</p>	
Sistema di attese	<p>1. Innesca un sistema di attese in grado di polarizzare l'attenzione e l'interesse degli studenti.</p>			<p>1. L'attenzione e l'interesse degli studenti è destinato a scemare passando da una lezione all'altra.</p>
Autorevolezza della fonte	<p>1. È svolto da un esperto, teoricamente dotato di maggiore credibilità rispetto all'insegnante, per qualifica, titoli, istituzione rappresentata, competenze specialistiche, ecc.</p>		<p>1. È svolto da un esperto, teoricamente dotato di maggiore credibilità rispetto all'insegnante, per qualifica, titoli, istituzione rappresentata, competenze specialistiche, ecc.</p>	

cupazione degli spazi dell'istituto scolastico estremamente ridotta, che, evidentemente, poteva essere soddisfatta solo dalla sessione unica e plenaria. In aggiunta, la seduta plenaria ha comportato, rispetto al ciclo di lezioni, un uso ridotto di risorse umane esperte da coinvolgere negli interventi formativi.

Come noto, il modello tradizionale di insegnamento di solito prevede una didattica lineare, una "trasmissione del sapere" a senso unico che procede dal docente agli studenti, in cui l'insegnante appare l'unico depositario del sapere e gli studenti i destinatari più o meno passivi del processo di insegnamento-apprendimento (cfr. Bettetini, Garassini, Gasparini e Vittadini, 2001). Si tratta perciò di una comunicazione intenzionale prevalentemente asimmetrica. I percorsi e i materiali di studio sono basati su mezzi tradizionali di formazione, ossia sui libri di testo, contenuti preconfezionati uguali per tutti; durante la spiegazione, invece, è limitato l'uso di tecnologie dell'informazione e della comunicazione da parte del docente. Questo modello di insegnamento, inoltre, prevede che gli studenti procedano ad uno studio individuale allo scopo di assimilare meglio le nozioni e di ampliare le conoscenze apprese durante le spiegazioni. Oltre a ciò gli studenti sono interrogati o devono affrontare dei compiti in classe al fine di verificare la conoscenza acquisita, in base al principio premio/punizione (bel voto/brutto voto). Il feedback, pertanto, è in parte diretto (le reazioni degli studenti durante la lezione) e in parte indiretto (le interrogazioni e i compiti in classe).

La lezione rappresenta, quindi, sicuramente un modello a cui il target risulta già socializzato, ma l'interazione dialogica costituisce una novità rispetto all'esposizione lineare di contenuti, richiedendo il coinvolgimento diretto e attivo degli studenti al processo di apprendimento.

In più, la scelta di far uso di strumenti informatici ha consentito una diversa forma di trasmissione della conoscenza, potenzialmente più aperta e flessibile, che ha portato ad una differente modalità di apprendimento rispetto a quella cui sono abituati i ragazzi a scuola.

Il fatto che sia stata realizzata in un'unica sessione ha probabilmente innescato un sistema di attese in grado di polarizzare l'attenzione e l'interesse degli studenti, destinati a scemare, invece, da una lezione ad un'altra nel ciclo di lezioni.

La scelta di far tenere la lezione ad un esperto dell'ISPRA, anziché ad un insegnante, è derivata dalla convinzione che questa figura sarebbe apparsa agli occhi degli studenti come dotata di maggiore credibilità per qualifica, titoli, istituzione rappresentata, competenze specialistiche, ecc.

Le sole criticità della sessione unica e plenaria sembrano essere rappresentate dalla condizione per cui è risultata densa di nozioni da apprendere e ha comportato la predisposizione di un intervento di complessità "media", in quanto a contenuti e registro utilizzato, probabilmente più difficile per gli studenti delle prime classi e più semplice per quelli delle ultime. Di contro, il ciclo di lezioni avrebbe permesso agli studenti di incamerare poche informazioni alla volta, senza gravare eccessivamente sulla loro capacità di concentrazione e avrebbe comportato la predisposizione di un intervento di complessità maggiormente modulata sulle esigenze dell'uditorio.

Come già noto (cfr. Par. 1.1.3.), a cavallo tra febbraio e marzo 2010 (dopo la somministrazione del pretest), sono state svolte le lezioni presso gli istituti appartenenti al GS. 9 dei 13 esperti dell'ISPRA hanno preso fattivamente parte alle lezioni in qualità di relatori.

Nel corso dell'intervento i coordinatori delle unità locali hanno rilevato le presenze degli alunni e compilato una scheda sull'andamento dell'intervento (cfr. Par. 1.1.3.), in modo da poter utilizzare queste informazioni in sede di analisi dei dati, soprattutto relativamente al clima dell'intervento (che investe aspetti cruciali come l'atteggiamento degli studenti nei confronti della lezione degli esperti dell'ISPRA in termini di attenzione, interesse, consapevolezza a monte) e alle caratteristiche strutturali degli ambienti, nell'ipotesi che condizioni di clima e ambienti favorevoli potessero favorire l'acquisizione di nuove competenze nel corso della campagna informativa (cfr. Fig. 1.2.).

## **2.2. Gli effetti attesi dell'intervento formativo**

### *2.2.1. Gli elementi per l'analisi dei processi comunicativi*

Come noto (cfr. Par. 1.1.3.), dopo la somministrazione del primo test, le classi degli istituti appartenenti al GS hanno partecipato ad un intervento formativo tenuto dal personale tecnico dell'ISPRA su l'origine, gli impieghi e i rischi delle radiazioni ionizzanti.

In generale, l'azione formativa è sempre teleologicamente orientata, ha successo se ottiene un cambiamento (l'acquisizione di conoscenze o competenze, il mutamento di atteggiamenti o comportamenti) rispetto a ciò che si sarebbe osservato senza l'intervento stesso (cfr. Ajzen and Fishbein 1980; Colicchi Lapresa 1987; Colicchi Lapresa, Cambi e Catarsi, 2003; Rigo 2004). Tuttavia quasi mai accade che i risultati raggiunti corrispondano ai propositi e alle aspettative: solitamente, considerando anche elementi imprevisti e non voluti, i cambiamenti osservati si collocano ad un livello inferiore rispetto a quelli auspicati. Oltre a ciò, non è semplice poter attribuire le trasformazioni osservate unicamente alla realizzazione dell'intervento (cfr. Par. 1.4.).

In genere, per realizzare un intervento formativo possono essere usati diversi approcci: la scelta di questi dipende dal tipo di pubblico, dal contenuto della comunicazione, dal tempo e dalle risorse a disposizione, dagli effetti che si presume la comunicazione sia in grado di produrre (cfr. Fig. 1.2.). Ma per quanto ci si sforzi di progettare e realizzare un intervento inappuntabile sotto ogni aspetto, vi è la concreta possibilità che gli obiettivi prefissati a monte siano purtroppo disattesi: è errato, quindi, dare per scontato il raggiungimento degli scopi stabiliti, solo perché sono stati messi in atto determinati comportamenti o comunicati certi contenuti (cfr. Colicchi Lapresa, 1987; Colicchi Lapresa, Cambi e Catarsi, 2003).

Le risposte del soggetto alle esperienze comunicative e formative non sono mai lineari (cfr. Hawkins and Pingree, 1983; Meyrowitz, 1985; De Leonardis, 1990; Wolf, 1992; Battaglia, 2008; Cinquegrani, a c. di, 2009), poiché su questi incidono molteplici fattori relativi alle caratteristiche degli individui, del loro ambiente, del messaggio e del contesto entro il quale ha luogo la fruizione dei contenuti.

Già Lasswell (1948), con il suo schema (chi dice cosa, attraverso quale canale, a chi, con quale effetto), ha cercato di individuare le componenti del processo di comunicazione, l'analisi del quale – nella sua opinione – deve essere incentrato sui caratteri del processo di influenza e di chi influenza. Si tratta, però, ancora di un modello lineare: il processo comunicativo è considerato un'attività unidirezionale, finalizzata a "trasmettere" informazioni e focalizzata sul ruolo centrale dell'"emit-

tente". In questo modello non è considerato il *feedback* di quanti sono raggiunti dal messaggio. L'"effetto" di cui parla Lasswell, infatti, è esclusivamente la risposta del "destinatario" all'azione dell'"emittente", senza considerare i processi di assimilazione ed elaborazione dell'informazione da parte di chi riceve l'informazione. Lo schema, inoltre, non accenna al contesto in cui la comunicazione ha luogo: i ruoli del comunicatore e del destinatario appaiono isolati, indipendenti da rapporti sociali, culturali, ecc.

Cantril (1940), invece, ha elaborato il concetto di "abilità critica" (*critical ability*) per mettere in risalto una serie di elementi legati alla personalità degli ascoltatori, alle condizioni in cui avviene la comunicazione, al clima generale che caratterizza il particolare momento storico, ecc., che spiegano il diverso modo di ascoltare ed interpretare le informazioni. I processi comunicativi, perciò, non avvengono nel vuoto pneumatico, né in condizioni asettiche e neutrali, bensì all'interno di situazioni complesse, connessioni ed implicazioni molteplici non sempre facili da individuare, circoscrivere e analizzare (cfr. Colicchi Lapresa, 1987; Fatelli, 1999; Colicchi Lapresa, Cambi e Catarsi, 2003).

Un elemento fondamentale per il successo di un intervento formativo è l'attenzione del pubblico che assiste alla lezione, ma la collaborazione non può essere data per scontata: non è detto, infatti, che gli interlocutori siano disposti ad ascoltare ciò che si vuol dire loro (cfr. Bettetini, 1988; Biocca, 1988; Levorato, 1988; Martini e Falletti, 2005). Secondo la teoria degli "usi e gratificazioni", gli individui sono attivi e razionali: il loro comportamento parte da specifiche motivazioni, risponde a scopi, a scelte calcolate, pertanto sanno cosa leggere, vedere, ascoltare, quali significati comprendere e preferiscono vedere e sentire cose che si rivelano gratificanti (cfr. Waples, Berelson and Bradshaw, 1940; Lasswell, 1948; Berelson, 1949; Wright, 1960, 1974; McQuail, 1974).

Alcuni studiosi (cfr. Ettema and Kline 1977; Tyler, 1980; Gaziano, 1983; Tyler and Cook, 1984), invece, evidenziano che sull'attenzione e sull'assimilazione di informazioni o nozioni influisce molto anche l'esperienza personale, diretta del problema o il livello delle conoscenze che gli individui possiedono sull'argomento: da ciò ne conseguirebbe che gli individui motivati ad acquisire l'informazione o per i quali l'informazione è funzionale tendono ad acquisirla più velocemente rispetto ad individui poco interessati o motivati.

Altri ricercatori (cfr. ad es. Gunter, 1987, 1988; Wolf, 1992), inoltre, invitano a non sottovalutare il significato dei processi cognitivi e la loro capacità di filtrare e mediare l'informazione, suggerendo quindi di considerare l'attenzione come un processo cognitivo sempre selettivo. Secondo l'approccio cognitivo, la spiegazione del comportamento umano ha senso solo se si tiene in considerazione anche il modo in cui gli individui percepiscono e rappresentano il mondo che li circonda. Concetto-chiave di questa prospettiva è l'*information-processing*, ossia l'elaborazione dell'informazione: l'individuo seleziona, memorizza e organizza in strutture di conoscenza le informazioni provenienti dal mondo esterno, ossia elabora delle semplificazioni della realtà che successivamente condizionano le sue decisioni e le sue scelte, nonché il modo in cui egli interpreterà ulteriori nuove informazioni. I processi di elaborazione dell'informazione sono denominati "scorciatoie cognitive" (*cognitive shortcuts*): gli individui cercano di acquisire informazioni con il minore dispendio possibile di tempo, energia e risorse (cognitive e non) (cfr. ad es. Simon, 1957; Nisbett and Ross, 1980; Payne, Bettman and Johnson, 1992). Si presup-

pone, inoltre, l'esistenza di strutture cognitive chiamate schemi (*schemata*): questi influenzano le funzioni cognitive dell'individuo, determinando, in primo luogo, quali tra le informazioni ricevute dal soggetto saranno effettivamente raccolte e memorizzate. Questi studiosi, perciò, non solo ritengono che le capacità razionali degli individui siano limitate – sia relativamente alla soglia di attenzione, sia per quanto concerne l'elaborazione dell'informazione –, ma sostengono che gli individui differiscono tra loro anche per le diverse capacità di comprendere, memorizzare e processare le informazioni (individui diversi hanno schemi diversamente sviluppati, così come alcuni individui possiedono più schemi di altri) e che, dunque, il significato dell'informazione ricevuta può non essere equivalente per tutti i fruitori (cfr. anche Lull, 1988).

Oltre a ciò, è necessario sottolineare che gli individui si stancano ed annoiano facilmente (cfr. Fidler, 1997; tr. it. 2000), soprattutto se l'argomento affrontato è "nuovo", lontano dalle esperienze quotidiane di chi ascolta (cfr. Levi, 2006). Secondo la teoria della curva dell'attenzione, la mente umana non è in grado di mantenere lo stesso livello di concentrazione per lunghi periodi. L'attenzione di un uditorio, in genere, si cattura nei primissimi minuti e difficilmente si riesce a conservarla per più di 45 minuti.

Molti studiosi (cfr. Abruzzese, 1999; Goleman, 1999; Nussbaum, 2004; Levi, 2006) spiegano che gli interlocutori hanno bisogno di essere coinvolti anche da un punto di vista emotivo e che la comunicazione è efficace solo se riesce a far vivere un'esperienza coinvolgente al destinatario (cfr. Marinelli, 2004; Barbera, Ferro e Tosco, a c. di, 2010).

Il coinvolgimento emotivo può dipendere dalla natura dell'argomento (se un tema raccoglie o meno l'interesse del pubblico), ma anche, come precedentemente espresso, dalla più o meno sapiente realizzazione del materiale presentato al pubblico e dalle capacità espositive del relatore.

Per analizzare l'andamento degli interventi, infatti, è importante considerare anche l'interazione docente-partecipanti (cfr. Laurillard, 1993). Il relatore, in quanto responsabile dell'intervento didattico, contribuisce con le sue specifiche competenze professionali al successo della lezione (cfr. Rigo, 2004), ma queste, da sole, non sempre sono sufficienti: anche il modo di esporre il materiale può incidere sull'attenzione di chi ascolta. L'attenzione degli individui – specialmente se molto giovani – si disperde con maggiore facilità se l'oratore non riesce a stimolarli positivamente, rendendo interessante l'argomento, e se non riesce a commisurare la sua competenza linguistica a quella degli ascoltatori: ad esempio, un attacco brillante ed efficace può catturare l'attenzione degli interlocutori e portarla ai livelli più alti (cfr. Mazzei, 2001), oppure il ricorso ad esempi, paragoni, divagazioni è utile per spezzare il ritmo e ravvivare l'attenzione. Il relatore, inoltre, deve essere in grado di "simpatizzare" con i ragazzi (non creare distacco, ridurre la distanza che l'età e la diversa mentalità producono) e contemporaneamente deve riuscire a realizzare una certa distanza pedagogica, essere autorevole e padrone di sé (cfr. Colicchi Lapresa, 1987; Colicchi Lapresa, Cambi e Catarsi, 2003; Cucco, Pagani e Pasquali, a c. di, 2005).

Alcuni studiosi (cfr. Laurillard, 1993; Lucchini, 1996; Battaglia, 2008) sottolineano anche la necessità di osservare la platea, captare segnali di stanchezza e disattenzione e tenere in considerazione il linguaggio non verbale del pubblico. Il vantaggio di un'interazione faccia a faccia, nello specifico di un intervento forma-

tivo, consiste proprio nella possibilità di comprendere immediatamente se il messaggio “funziona” ed è gradito. Ciò consente di modificare (reindirizzare o affinare), grazie alle immediate informazioni di ritorno (*feedback*), il messaggio nella situazione stessa di enunciazione (cfr. Grandi, 2001; Martini e Falletti, 2005).

Per quanto riguarda il materiale didattico, è noto che, se ben realizzato, permette di ottenere una più facile memorizzazione dei nuovi saperi, un apprendimento più efficace e anche una maggiore soddisfazione in chi ascolta la lezione (cfr. Gagnè and Dick, 1983; Fatelli, 1999 Cucco, Pagani e Pasquali, a c. di, 2005; Eletti, 2007).

Alcuni studiosi osservano che requisiti fondamentali per un messaggio efficace sono la sinteticità, la visibilità, l'immediata intelligibilità (cfr. Mazzei, 2001; AA.VV. 2010). Altri, invece, sottolineano la necessità di definire a monte i bisogni formativi del pubblico di riferimento (in base al sesso, all'età, alla classe sociale, all'area geografica, ecc.) per pianificare un approccio orientato, efficace (cfr. Battaglia, 2008; Cinquegrani, a c. di, 2005), che tenga in considerazione il più possibile anche atteggiamenti, opinioni, conoscenze e comportamenti degli individui che lo compongono (cfr. AA.VV., 2010; Barbera, Ferro e Tosco, a c. di., 2010).

È necessario pensare ad un approccio che vada oltre la mera comunicazione delle informazioni (cfr. Kotler and Lee, 2008), considerando la platea “presenza attiva” nella dinamica dell'intervento formativo e senza ridurre gli individui a “strumento” (cfr. Colicchi Lapresa, 1987; Colicchi Lapresa, Cambi e Catarsi, 2003).

Una volta che il testo è stato comunicato, acquisisce una sua indipendenza (una sua efficacia ed un suo senso) che va al di là delle intenzioni e delle interpretazioni dei suoi autori (cfr. Cucco, Pagani e Pasquali, a c. di, 2005). In secondo luogo, come precedentemente accennato a proposito dei processi cognitivi, ciascun individuo, una volta ricevuto il messaggio (o qualsiasi altro stimolo), procede a decodificarlo e riorganizzare la propria esperienza. Questa riorganizzazione è sempre una produzione personale, autonoma: soggetti diversi mettono in atto percorsi e soluzioni cognitive differenti e conseguono esiti educativi e formativi differenti (cfr. Colicchi Lapresa, 1987; Colicchi Lapresa, Cambi e Catarsi, 2003).

Occorre poi considerare che la potenziale azione di fattori esterni e le interazioni con altri individui possono imprimere al messaggio una dinamica particolare, indipendente dall'intervento stesso (cfr. Martini e Falletti, 2005). Come già ampiamente illustrato, infatti, vi è la possibilità che una serie di eventi esterni all'esperienza possano infirmarne la validità. È chiaro che tentare una previsione *ex ante* di tale tipo di accadimenti è impossibile o quasi, ma ciò non vuol dire che sia altrettanto impossibile predisporre un controllo (cfr. Par. 1.4.).

### *2.2.2. L'analisi della realizzazione dell'intervento formativo per sede*

Dopo aver esaminato la letteratura e gli studi relativi ai fattori che in qualche modo caratterizzano la realizzazione di un intervento formativo, si procederà ora ad una descrizione dell'andamento degli incontri con i tecnici dell'ISPRA, alla luce delle condizioni in cui si sono svolti in ciascun istituto, documentate dai report redatti dai coordinatori delle unità locali. La rendicontazione dello svolgimento di tali interventi formativi si fonderà sul modello di analisi illustrato nel Par. 1.1.4, nel tentativo di valutare la connessione degli esiti della campagna di informazione con le principali caratteristiche dell'ambiente in cui essa si è strutturata, nei termini sia dei fattori prevedibili, sia di quelli accidentali.

Tra i fattori prevedibili (si tratta, come ricordato, degli aspetti già noti ai ricercatori prima dell'avvio della rilevazione e dell'intervento, in considerazione degli accordi precedentemente presi con dirigenti e/o collaboratori scolastici e dei sopralluoghi espletati dai coordinatori nelle sedi destinate alla lezione dei tecnici), figurano *caratteristiche strutturali* quali: le dimensioni dell'aula, il numero di posti a sedere, la visibilità, l'acustica (cfr. Cap. 6 per un'analisi approfondita dell'importanza delle caratteristiche strutturali rispetto all'esito dell'intervento formativo).

A questo proposito, è possibile anticipare che nelle scuole campionate la lezione si è tenuta generalmente in uno spazio piuttosto ampio, dotato di sufficienti posti a sedere, di una buona visibilità e acustica, ben attrezzato sul piano tecnico. Difatti, essa si è svolta in tutti i casi (tranne che nel liceo classico Tacito, in cui, invece, si è tenuta nella palestra) in aula magna, con l'ausilio di personal computer, microfono e videoproiettore (alcuni istituti disponevano anche di amplificatori – i licei Tacito e Buratti – e lavagna multimediale – l'itis Marconi).

Per quanto si sapesse, ben prima di andare sul campo, di avere a che fare con un target di soggetti se non altro vivaci data l'età e certamente da sollecitare costantemente in termini di attenzione e di interesse nel corso della lezione, non si è potuto immaginare il singolo scenario scolastico in termini di clima dell'intervento formativo prima del suo effettivo svolgimento. Si possono agevolmente comprendere i motivi per cui aspetti come il livello generale di attenzione, di interesse, di previa consapevolezza sul tema trattato, non possono che considerarsi accidentali, quindi non suscettibili di valutazioni ex ante da parte dei ricercatori. Le informazioni su ciò che è stato definito *clima dell'intervento formativo* sono state raccolte, pertanto, nel corso delle singole occasioni di formazione da parte dei coordinatori delle unità locali. Si può anticipare sin da ora come, di fatto, ogni singola scuola si sia caratterizzata per il "suo" specifico clima e come agli istituti connotati dal miglior clima si siano connesse anche le migliori performance sul piano delle competenze in materia di radioattività (cfr. Cap. 6).

I coordinatori locali, come già detto, erano stati anche addestrati a rilevare informazioni circa la durata degli interventi, la comprensione dei termini tecnici, le richieste di chiarimento avanzate dall'uditorio, eventuali episodi (positivi-negativi) occorsi. In tal caso, si può sinteticamente affermare che i tempi di presentazione sono stati normalmente rispettati e risultano essere coerenti con il piano predisposto; d'altronde, si è avuto modo di cogliere come i destinatari della lezione abbiano considerato generalmente intelligibile il materiale grafico presentato. Gli altri elementi sono intervenuti talmente raramente, da rappresentare delle mere eccezioni, relative solo a particolari scuole, non rilevanti ai fini dell'analisi sul clima. Di seguito, si prospetta una descrizione qualitativa dei singoli contesti in cui si è svolta la lezione a cura degli esperti ISPRA (per un'analisi statistico-quantitativa si rinvia al Cap. 6)

**Roma.** Come accennato in precedenza, il *liceo classico Tacito* è risultato l'unico istituto privo di un'aula magna; è stato, pertanto, necessario l'impiego della palestra come luogo dell'incontro formativo. Lo spazio messo a disposizione si è rivelato troppo grande e dispersivo rispetto al numero di studenti e professori (con ovvie ripercussioni anche sul fronte dell'acustica) e le panche a disposizione in numero insufficiente al punto da costringere la maggior parte degli studenti a sedersi a terra. La situazione di disagio, congiuntamente all'assenza dei docenti, hanno portato i ragazzi a continue distrazioni.

Nonostante le difficoltà, il relatore ha fatto il possibile per proseguire la lezione, cercando di esporre il contenuto delle slide in modo chiaro: i livelli di attenzione e interesse sono rimasti bassi per la durata di tutto l'intervento, specie relativamente alle questioni più tecniche illustrate. Soltanto un gruppo ristretto di ragazzi è apparso mediamente interessato.

Nel corso dell'intervento non ci sono state richieste di chiarimento, né osservazioni o domande di rilievo.

I problemi di disciplina verificatisi hanno dilatato anche la durata prevista per l'intervento, riducendo a 10-15 minuti lo spazio per il dibattito.

Nel caso dell'*Itis via Cesare Lombroso* l'aula magna era ben attrezzata, spaziosa e dotata di una buona acustica. L'intervento è durato complessivamente un'ora e mezza.

I docenti che hanno accompagnato le classi si sono trattenuti nella sala ed hanno contribuito al mantenimento dell'ordine; tuttavia l'attenzione e l'interesse degli studenti si sono attestati su un livello medio-basso: la prima parte della lezione è stata seguita con partecipazione, ma l'attenzione è andata affievolendosi soprattutto tra quanti frequentavano classi ad indirizzo amministrativo-commerciale.

Nel corso dell'intervento è stata rivolta una sola richiesta di chiarimento in merito alle condizioni di stabilità dell'atomo. Lo scarso interesse non ha consentito di procedere ad un successivo dibattito: sono state poste pochissime domande, provenienti in larga parte dai docenti.

All'*Ipssar via Cesare Lombroso* l'aula magna era abbastanza capiente, con una buona acustica e visibilità del materiale anche per quanti sedevano nelle ultime file. Nel corso dell'intervento i ragazzi sono stati mediamente attenti ed interessati; nel complesso i docenti hanno garantito disciplina e silenzio, facendo sì che l'intervento si svolgesse nei tempi previsti. Al fine di stimolare l'uditorio, garantendo a tutti una buona comprensione, il relatore ha calibrato il linguaggio e semplificato le parti più tecniche.

Complessivamente la presentazione è durata un'ora e mezza, ma non è stato possibile dar luogo ad un confronto: sono state poste poche domande e non è stata avanzata alcuna richiesta di chiarimento.

**Latina.** La lezione tenuta al *liceo scientifico Majorana* è stata realizzata in un'aula magna ampia e ben attrezzata, con una qualità audio e video ottimale. I docenti hanno sollecitato i ragazzi a non perdere l'opportunità formativa loro offerta e ad impegnarsi nel seguire la lezione.

L'attenzione dei ragazzi è stata bassa nella prima parte della lezione a causa della sua complessità, ma grazie all'intervento del relatore, che ha cercato di modulare il proprio intervento sulle caratteristiche dell'uditorio, essa è cresciuta, toccando livelli anche molto alti durante la seconda parte. La comprensione dei termini è parsa buona e non vi sono state richieste di chiarimento.

Complessivamente la lezione si è svolta in un'ora e mezza ed il dibattito è risultato vivace e focalizzato sulla seconda parte dei contenuti presentati (la discussione ha visto, però, maggiormente partecipi gli studenti degli ultimi anni e alcuni docenti; l'atteggiamento di questi ultimi è stato orientato principalmente a comprendere l'opinione dell'esperto rispetto alla possibilità di un ritorno al nucleare).

Anche la lezione all'*Itis Marconi* è stata realizzata nella accogliente aula magna, che ha garantito buone visibilità e acustica; vi era a disposizione, inoltre, una lavagna multimediale sulla quale sono state proiettate le slide. Anche se sul tetto

della scuola si stavano svolgendo dei lavori di manutenzione e l'incontro si è caratterizzato per un fastidioso rumore di sottofondo per l'intera sua durata, gli studenti sono stati partecipi e i docenti hanno contribuito a mantenere l'ordine e il silenzio.

L'intervento è stato modulato sulle esigenze dei ragazzi, i quali sono risultati molto attenti e interessati fin dalla prime slide, soprattutto nella seconda parte della lezione.

La comprensione dei termini è apparsa buona e non vi sono state richieste di chiarimento.

L'intervento si è svolto nei termini previsti (un'ora e mezza) e gli ultimi trenta minuti sono stati dedicati alla discussione. Il dibattito ha coinvolto sia gli studenti degli ultimi anni sia quelli più giovani; anche i docenti hanno posto delle domande, soprattutto per capire la posizione dell'esperto dell'ISPRRA rispetto alla possibilità di un ritorno al nucleare.

L'aula magna resa disponibile all'*Ipsia Mattei* era ampia e ben attrezzata, tuttavia la maggior parte degli studenti ha preso posto nelle ultime file e ha cominciato a fare confusione, rendendo difficile l'inizio alla lezione. I professori, che erano usciti dall'aula subito dopo aver accompagnato i ragazzi, sono stati richiamati, ma hanno mostrato poca autorevolezza. Vista la scarsa disciplina e, dunque, l'impossibilità di procedere con la lezione, è stato necessario far intervenire il preside, ma nonostante questi sia rimasto in aula per l'intera durata dell'intervento, non ha mai regnato il completo silenzio.

I livelli di attenzione e interesse sono stati molto bassi: gli studenti, soprattutto quelli rimasti nelle ultime file dell'aula, hanno praticamente ignorato le spiegazioni del relatore.

Proprio in considerazione della scarsa partecipazione, l'intervento si è svolto in poco più di un'ora e ai ragazzi sono bastati circa dieci minuti per porre le domande: anche in questa circostanza il coinvolgimento è stato molto basso.

Nel corso del dibattito i docenti degli istituti di Latina hanno manifestato preoccupazione per una possibile riapertura della centrale di Borgo Sabotino e hanno posto una serie di domande volte a comprendere la posizione dell'esperto dell'ISPRRA rispetto alla possibilità di un ritorno al nucleare. In ciascuna circostanza il tecnico ha tenuto una posizione neutrale, spiegando alla platea che scopo dell'intervento fosse far conoscere agli studenti il tema della radioattività, i principi della radioprotezione, i vantaggi e gli svantaggi connessi all'utilizzo dell'energia nucleare al fine di fornire loro gli elementi per la formazione di un'opinione personale.

Considerando che i professori sono figure di riferimento che contribuiscono allo sviluppo cognitivo dei ragazzi, vi è la possibilità che i timori dichiarati e i toni polemici assunti da alcuni docenti abbiano influito in qualche modo sulla formazione delle opinioni dei ragazzi. Ad esempio, Lazarsfeld, Berelson and Gaudet (1944) e successivamente Katz (1957) parlano di *opinion leader* riferendosi a quegli individui che, all'interno di un gruppo, mostrano di avere maggiore conoscenza, interesse e coinvolgimento su particolari tematiche rispetto agli altri componenti. Secondo questi studiosi, gli *opinion leader*, in virtù di queste qualità, cercano più o meno consapevolmente di influenzare gli individui con cui si relazionano, svolgendo un ruolo di mediazione tra la fonte di informazione e gli altri individui del gruppo. Si viene pertanto a determinare un flusso di comunicazione a due livelli (*two-step flow of communication*) (cfr. Katz e Lazarsfeld, 1955; tr. it. 1968): il primo livello

consiste nel passaggio di informazione dalla fonte ai *leader d'opinione*, il secondo dai *leader* agli altri componenti del gruppo.

**Viterbo.** All'*Itc Savi* di Viterbo l'incontro si è svolto nell'aula magna, ma la sua forma (stretta e lunga) non consentiva un'ottima visibilità dei lucidi e neanche l'acustica era delle migliori. A parte un breve intervento del Vicepresidente, il compito di sorvegliare i ragazzi è stato quasi completamente demandato al personale dell'università. I livelli di attenzione e interesse sono stati bassi, soprattutto tra quanti sedevano nelle ultime file dell'aula.

L'intervento è durato complessivamente un'ora e il dibattito si è svolto in soli dieci minuti. Non è stata fatta alcuna richiesta di chiarimento e, a conclusione dell'intervento, è stata posta una sola domanda, tesa a conoscere se vi fosse una connessione tra l'intervento formativo e le politiche del governo italiano di ritorno al nucleare.

Al *liceo classico Buratti* l'aula magna in cui si è svolta lezione era troppo ampia rispetto al numero di studenti presenti, ma consentiva di visualizzare ottimamente le slide e aveva una buona acustica. I ragazzi sono stati continuamente richiamati al silenzio e gli stessi professori hanno costituito più una fonte di disturbo che un ausilio al mantenimento dell'ordine. Oltre a ciò, durante la seconda ora di intervento sono stati inviati in aula dei ragazzi non inclusi nel campione (rimasti soli in classe a causa dell'assenza del professore), che hanno costituito un'ulteriore fonte di distrazione.

L'attenzione è stata alta tra gli studenti del primo, secondo e terzo liceo (triennio) seduti nelle prime file, ma scarsa per le classi restanti. Anche il livello di interesse è stato complessivamente basso.

L'intero tempo a disposizione è stato dedicato all'esposizione delle slide e, pertanto, non è stato possibile realizzare il dibattito.

Per quanto riguarda l'*Ipsia Marconi*, la lezione si è tenuta nell'aula magna, ma lo spazio era limitato, l'ambiente scarsamente illuminato e dotato di una pessima acustica. Nonostante ciò, i ragazzi sono stati molto attenti ed estremamente disciplinati.

Anche il livello di interesse è stato alto: gli studenti hanno partecipato attivamente, sono intervenuti di frequente con domande, sia durante la presentazione, sia al termine della lezione. Il dibattito che è seguito, infatti, è stato intenso ed ha coinvolto studenti e insegnanti. L'intervento è durato un'ora e mezza e negli ultimi trenta minuti si è svolto il dibattito. La comprensione dei termini è stata buona e non vi sono state richieste di chiarimento, anche perché il relatore ha cercato di modulare la lezione in base al livello di conoscenze mostrato dai ragazzi.

**Frosinone.** L'intervento all'*istituto magistrale Maccari* è stato diviso in due incontri distinti, tenuti da due diversi esperti, a causa delle ridotte dimensioni dell'aula magna: il primo ha coinvolto le prime due classi; il secondo le altre tre. In questo modo è stato possibile ottenere una buona visibilità del materiale e una buona acustica.

Per il primo intervento i livelli di attenzione ed interesse sono stati bassi: la prima parte della lezione è risultata eccessivamente lunga e complessa per i ragazzi, ma, nonostante ciò, in aula c'è stato ordine e silenzio.

Durante il secondo intervento, invece, la partecipazione si è attestata su un livello medio, anche grazie alla scelta del relatore di modulare la lezione e il linguaggio sulle esigenze mostrate dagli studenti.

In entrambi gli incontri i ragazzi sono sembrati maggiormente interessati alla seconda parte dell'intervento. In generale, non ci sono state particolari osservazioni o richieste di precisazione.

È possibile, inoltre, affermare che il grado di informazione e la comprensione dei termini siano stati bassi per il primo intervento e sufficienti per il secondo. Entrambi hanno avuto la durata di un'ora e mezza, ma la divisione delle classi in due gruppi non ha consentito di dare luogo ad un dibattito.

L'incontro tenutosi all'*Itc Da Vinci* si è svolto nell'aula magna, che era grande, luminosa e dotata di tutti gli strumenti tecnologici necessari per un'ottima leggibilità del materiale. I livelli di attenzione ed interesse sono stati medio-alti: gli studenti nel complesso, infatti, sono stati silenziosi e hanno preso appunti.

La comprensione dei termini da parte dei ragazzi è sembrata buona e non ci sono state richieste di chiarimento, anche perché l'esperto ha calibrato l'intervento sulle loro esigenze, evitando tecnicismi pur mantenendo un linguaggio scientifico.

La lezione è durata un'ora e mezza e gli ultimi trenta minuti sono stati dedicati alle domande, ma non vi è stato un dibattito.

L'intervento all'*Ipsia Galilei* si è svolto nell'aula magna, le cui caratteristiche consentivano una buona visibilità del materiale a tutti gli studenti; lo spazio era, inoltre, dotato di un buon impianto acustico.

I livelli di attenzione e interesse sono stati medio-bassi: inizialmente gli studenti si sono concentrati sui contenuti della lezione, ma si sono distratti con il passare del tempo.

L'esperto dell'ISPRA è ricorso ad un linguaggio semplice, modulato sulle caratteristiche degli studenti, pertanto, sia durante sia al termine della spiegazione, non ci sono state particolari richieste di chiarimento e si è avuta l'impressione che la comprensione dei termini fosse stata buona. I professori hanno mostrato un maggiore coinvolgimento: sono stati molto partecipi, hanno interagito con l'esperto e hanno fatto il possibile per invitare i ragazzi a prestare attenzione.

L'intervento si è svolto nell'arco di un'ora e mezza, ma solo dieci minuti sono stati dedicati alle domande finali. Il coinvolgimento dei ragazzi al dibattito è stato basso: c'è stata una sola domanda volta ad esplorare l'uso di fonti di energia alternativa, come quella solare.



### 3. ANALISI DELL'EQUIVALENZA TRA GRUPPO SPERIMENTALE E GRUPPO DI CONTROLLO

di Chiara Coluccia

---

#### 3.1. Premessa

I dati presentati in questa sezione del rapporto di ricerca si pongono l'obiettivo di analizzare l'equivalenza tra GS e GC con riferimento alle variabili di base (*genere, classe di corso, tipo di istituto frequentato, città, sede della scuola*) e alle conoscenze in materia di radioattività (cfr. Allegato 2, dd. 7-22). A tal fine, l'obiettivo è l'analisi delle distribuzioni delle relative variabili al tempo  $T_1$  (ossia nel corso della prima rilevazione)<sup>1</sup> sì da indagare situazioni di equilibrio/squilibrio caratterizzanti i due sotto-campioni (GS/GC). In tal modo è possibile valutare successivamente ed in maniera consapevole gli eventuali cambiamenti indotti a seguito della partecipazione degli studenti alla campagna di informazione nel caso del GS o in virtù della ricerca di informazioni su iniziativa personale da parte degli studenti appartenenti al GC sulla scorta di una previa analisi della dotazione di partenza dei due gruppi. L'analisi di eventuali squilibri presenti in partenza, infatti, rappresenta un passo preliminare ai fini di una corretta valutazione degli effetti legati all'esposizione all'intervento formativo.

Come già esposto nel Cap. 1, il disegno di ricerca ha previsto il coinvolgimento degli studenti delle scuole superiori site in quattro dei cinque capoluoghi del Lazio – tre dei quali interessati dal problema della radioattività naturale o artificiale (*Roma, Latina e Viterbo*) ed uno (*Frosinone*) assunto come “zona di controllo” – selezionate in funzione del tipo di indirizzo didattico: *liceale, tecnico e professionale*. La natura quasi sperimentale dell'indagine ha previsto l'articolazione della stessa in tre distinte fasi: *prima rilevazione, intervento formativo* (solo per le scuole appartenenti al GS) e *seconda rilevazione* delle informazioni.

Nella fase preliminare dell'indagine è stata cura di ciascun coordinatore di unità assicurarsi che fossero coinvolte nell'indagine le classi più numerose e maggiormente eterogenee sotto il profilo della caratterizzazione per genere. Successivamente e nel corso di ciascuno dei due/tre momenti previsti, si è provveduto a sollecitare i dirigenti scolastici e/o i loro referenti affinché garantissero la presenza degli studenti in ciascuna fase dell'indagine. Nonostante ciò, i casi considerati validi ammontano a 1.757, mentre quelli complessivamente raggiunti in almeno una fase sono pari a 2.635<sup>2</sup>. Nonostante le perdite, in nessuna delle quattro unità locali

---

<sup>1</sup>  $T_1$  rappresenta la fase di pretest,  $T_2$  quella di posttest

<sup>2</sup> Vi sono quindi 878 intervistati per i quali non è possibile operare un confronto tra le informazioni raccolte nei diversi momenti dell'indagine. Più precisamente sono andati “perduti” 501 casi (57,1%) appartenenti al GS e 377 al GC (pari al 42,9% sul totale degli 878 casi inutilizzabili). Rispetto agli 878 intervistati che sono risultati assenti in uno dei momenti della rilevazione e/o all'intervento formativo nel caso del GS, il 26,1% appartiene alla sede di Roma (229 casi), il 25,3% a Frosinone (222 casi), il 19,1% a Latina (168 casi) ed il 29,5% a Viterbo (259).

è, tuttavia, possibile registrare degli squilibri tra la numerosità del GS/GC tali da inficiare l'equivalenza dei due gruppi.

### 3.2. L'equivalenza sulle variabili di base

L'analisi complessiva delle distribuzioni relative alle variabili di base restituisce una situazione di sostanziale equilibrio tra GS e GC. Con riferimento al genere degli intervistati, i maschi risultano lievemente più numerosi sia nel GS (58,1%) sia nel GC<sup>3</sup> (53,1%) [cfr. Tab. 3.1.].

Tab. 3.1. - Distribuzione degli intervistati per appartenenza al GS/GC e per genere (% di colonna)

Genere	Appartenenza della scuola al GS/GC		Totale
	GS	GC	
Maschio	58,1	53,1	55,5
Femmina	41,9	46,9	44,5
Totale	100,0 (840)	100,0 (905)	100,0 (1745)

Tale situazione peraltro è valida anche con riferimento al campione originario (ossia ai casi coinvolti in almeno una fase dell'indagine) rispetto al quale i maschi risultano pari al 57,9% nel GS ed al 52,7% nel GC.

Con riferimento alla città sede della rilevazione la distribuzione tra casi appartenenti al GS e al GC risulta nettamente più equilibrata. Essa dipende da un lato dall'elaborazione a monte di un piano di campionamento che ha tenuto conto della numerosità della popolazione coinvolta (cfr. Par. 1.1.) e dall'altro, dalla messa in atto di strategie di rilevazione mirate a contenere la perdita di casi. A Roma la proporzione tra GS e GC è del 25,9% vs. 24,5%, a Frosinone del 22,8% vs. 24,6%, a Latina del 24,4% vs. 24,7% ed infine a Viterbo la proporzione è del 26,9 [GS] vs. 26,3% [GC].

Tab. 3.2. - Distribuzione degli intervistati per appartenenza al GS/GC e per sede di rilevazione (% di colonna)

Sede di rilevazione	Appartenenza della scuola al GS/GC		Totale
	GS	GC	
Roma	25,9	24,5	25,2
Frosinone	22,8	24,6	23,7
Latina	24,4	24,7	24,5
Viterbo	26,9	26,3	26,6
Totale	100,0 (845)	100,0 (912)	100,0 (1757)

<sup>3</sup> Si ricorda al lettore che gli scarti riscontrati tra GS e GC rispetto a ciascuna modalità delle variabili prese in considerazione oscillano nella maggior parte dei casi tra 0 e 5%. Si possono agevolmente individuare nelle Tabelle riportate gli scarti superiori al 5%.

Contribuisce a delineare l'insieme dei dati di scenario la variabile *tipo di scuola* per la quale è possibile analizzare la distribuzione congiunta in funzione dell'appartenenza al GS/GC.

Tra i casi coinvolti in tutte le fasi dell'indagine, è possibile rilevare delle situazioni di squilibrio nella composizione dei due gruppi. In particolare, i liceali risultano più numerosi all'interno del GC (49,9% a fronte del 39,4% nel GS) a discapito dei tecnici (34,4% vs. 23,9%), mentre si registra una situazione di perfetto equilibrio all'interno della distribuzione degli istituti professionali (26,2% in entrambi i sub-campioni) (cfr. Tab. 3.3.). Come si ricorderà, difatti, nel contesto di Viterbo, a seguito dell'indisponibilità di un istituto tecnico del GC a partecipare alla rilevazione e non essendo presente nel territorio una struttura scolastica del medesimo tipo per la sostituzione, si è optato per l'inserimento all'interno del GC di un istituto magistrale. A tal proposito, un controllo trivariato con le variabili *tipo di scuola, sede della rilevazione e appartenenza della scuola al GS o al GC* consente di confermare come la situazione di squilibrio riguardi esclusivamente Viterbo.

Tab. 3.3. - Distribuzione degli intervistati per appartenenza al GS/GC e per tipo di scuola frequentata [% di colonna]

Tipo di scuola	Appartenenza della scuola al GS/GC		Totale
	GS	GC	
Liceo	39,4	49,9	44,8
Istituto tecnico	34,4	23,9	29,0
Istituto professionale	26,2	26,2	26,2
Totale	100,0 (845)	100,0 (912)	100,0 (1757)

Tab. 3.4. - Distribuzione degli intervistati per appartenenza al GS/GC e per classe di corso [% di colonna]

Classe di corso	Appartenenza della scuola al GS/GC		Totale
	GS	GC	
Primo anno	22,5	23,1	22,9
Secondo anno	20,5	21,4	20,9
Terzo anno	20,1	20,5	20,3
Quarto anno	18,7	20,3	19,5
Quinto anno	18,2	14,7	16,4
Totale	100,0 (845)	100,0 (912)	100,0 (1757)

### 3.3. L'equivalenza sul test di competenza

Come già esposto nelle pagine precedenti, il test di competenza si compone di tredici quesiti per i quali sono previste quattro modalità di risposta (cfr. Allegato 2, dd. 7-16, 19, 21, 22) e tre batterie di item (cfr. Allegato 2, dd. 17-18, 20) con tre alternative di risposta. Le tabelle seguenti (cfr. Tabb. 3.5.-3.20.) sono riferite alla distribuzione analitica dei singoli item in funzione dell'appartenenza dei rispondenti al GS/GC (la risposta corretta è evidenziata in grigio di tabella).

Analizzando l'andamento delle risposte a ciascun quesito, è possibile osservare una situazione di equilibrio: il GS e il GC sono caratterizzati da un livello di competenza

di partenza sostanzialmente simile. I due gruppi, infatti, risultano bilanciati sia nel fornire la risposta corretta o errata, sia nell'indicare la mancanza di conoscenza sullo specifico item (cfr. Tab. 3.5-3.17.).

Tab. 3.5. – Distribuzione delle risposte alla dom. 7 per appartenenza della scuola al GS/GC (% di colonna)

La radioattività è un fenomeno per cui:	Appartenenza della scuola al GS/GC		Totale
	GS	GC	
Determinate sostanze emettono onde radio	18,5	18,8	18,7
Determinate sostanze emettono radiazioni ionizzanti	63,3	62,8	63,0
Determinate sostanze emettono radiazioni non ionizzanti	5,9	6,8	6,4
Non so	12,3	11,6	11,9
Totale	100,0 (831)	100,0 (898)	100,0 (1729)

Tab. 3.6. – Distribuzione delle risposte alla dom. 8 per appartenenza della scuola al GS/GC (% di colonna)

Le radiazioni ionizzanti:	Appartenenza della scuola al GS/GC		Totale
	GS	GC	
Sono prodotte nella ionosfera	6,3	5,6	5,9
Ionizzano gli atomi con i quali interagiscono	34,0	34,2	34,1
Sono prodotte dalla ionizzazione di atomi	30,8	31,7	31,3
Non so	28,9	28,5	28,7
Totale	100,0 (841)	100,0 (909)	100,0 (1750)

Tab. 3.7. – Distribuzione delle risposte alla dom. 9 per appartenenza della scuola al GS/GC (% di colonna)

Le radiazioni non ionizzanti:	Appartenenza della scuola al GS/GC		Totale
	GS	GC	
Innalzano la temperatura corporea ma non hanno altri effetti	5,6	4,9	5,2
Abbassano la temperatura corporea con effetti mutageni e cancerogeni	9,8	13,9	11,9
Non ionizzano, ma possono causare danni alla salute	36,4	35,8	36,1
Non so	48,2	45,4	46,8
Totale	100,0 (838)	100,0 (904)	100,0 (1742)

Tab. 3.8. – Distribuzione delle risposte alla dom. 10 per appartenenza della scuola al GS/GC (% di colonna)

Le radiazioni ionizzanti sono:	Appartenenza della scuola al GS/GC		Totale
	GS	GC	
Particelle dotate di massa e carica elettrica	29,7	29,4	29,6
Particelle dotate di massa, ma elettricamente neutre	9,3	8,9	9,1
Particelle o onde elettromagnetiche	29,3	29,9	29,6
Non so	31,7	31,8	31,7
Totale	100,0 (837)	100,0 (902)	100,0 (1739)

Tab. 3.9. – Distribuzione delle risposte alla dom. 11 per appartenenza della scuola al GS/GC (% di colonna)

Le radiazioni ionizzanti sono emesse:	Appartenenza della scuola al GS/GC		Totale
	GS	GC	
Solo dalle sostanze radioattive	15,2	14,3	14,7
Dalle sostanze radioattive e da alcuni apparecchi	53,1	51,9	52,5
Da tutti gli elettrodomestici	8,2	11,5	9,9
Non so	23,5	22,3	22,9
Totale	100,0 (837)	100,0 (905)	100,0 (1742)

Tab. 3.10. – Distribuzione delle risposte alla dom. 12 per appartenenza della scuola al GS/GC (% di colonna)

Le sostanze radioattive:	Appartenenza della scuola al GS/GC		Totale
	GS	GC	
Sono tutte di origine naturale	4,0	3,4	3,7
Sono in parte naturali e in parte prodotte dall'uomo	55,0	47,0	50,7
Sono tutte prodotte dall'uomo negli impianti nucleari	32,1	40,8	36,7
Non so	8,9	8,8	8,9
Totale	100,0 (840)	100,0 (911)	100,0 (1751)

Tab. 3.11. – Distribuzione delle risposte alla dom. 13 per appartenenza della scuola al GS/GC (% di colonna)

Gli effetti associati all'esposizione a radiazioni ionizzanti sono:	Appartenenza della scuola al GS/GC		Totale
	GS	GC	
Sempre probabilistici, indipendentemente dalle dosi	13,2	14,5	13,9
Sempre deterministici, indipendentemente dalle dosi	12,7	15,6	14,2
Probabilistici e anche deterministici, in base alle dosi	40,9	38,1	39,4
Non so	33,2	31,8	32,5
Totale	100,0 (841)	100,0 (905)	100,0 (1746)

Tab. 3.12. – Distribuzione delle risposte alla dom. 14 per appartenenza della scuola al GS/GC  
[% di colonna]

Gli effetti delle radiazioni ionizzanti possono essere:	Appartenenza della scuola al GS/GC		Totale
	GS	GC	
Somatici	21,2	21,5	21,4
Genetici	14,1	10,4	12,2
Somatici e genetici	42,2	47,0	44,6
Non so	22,5	21,1	21,8
Totale	100,0 (839)	100,0 (910)	100,0 (1749)

Tab. 3.13. – Distribuzione delle risposte alla dom. 15 per appartenenza della scuola al GS/GC  
[% di colonna]

Cosa prevede il principio di ottimizzazione in materia di protezione dalle radiazioni?	Appartenenza della scuola al GS/GC		Totale
	GS	GC	
I tipi di attività che comportano esposizione alle radiazioni ionizzanti devono essere preventivamente giustificati alla luce dei benefici che da essi derivano	9,5	10,3	9,9
La somma delle dosi ricevute e impegnate non deve superare i limiti prescritti dalla legge	17,1	19,6	18,4
Le esposizioni alle radiazioni ionizzanti devono essere mantenute al livello più basso ragionevolmente ottenibile	22,2	18,6	20,3
Non so	51,2	51,5	51,4
Totale	100,0 (838)	100,0 (911)	100,0 (1749)

Tab. 3.14. – Distribuzione delle risposte alla dom. 16 per appartenenza della scuola al GS/GC  
[% di colonna]

La corretta gestione dei rifiuti radioattivi è importante soprattutto per evitare	Appartenenza della scuola al GS/GC		Totale
	GS	GC	
Il rischio di esplosione	7,8	7,6	7,7
La lenta liberazione di radioattività verso l'ambiente	79,0	81,4	80,2
Le interferenze con le comunicazioni radio	1,9	2,7	2,3
Non so	11,3	8,3	9,8
Totale	100,0 (841)	100,0 (912)	100,0 (1753)

Tab. 3.15. – Distribuzione delle risposte alla dom. 19 per appartenenza della scuola al GS/GC [% di colonna]

Qual è il rischio principale legato all'uso di energia nucleare?	Appartenenza della scuola al GS/GC		Totale
	GS	GC	
Il continuo rilascio di ingenti quantità di sostanze radioattive nel corso del normale funzionamento di una centrale	37,7	33,8	35,8
Conseguenze di un possibile grave incidente	19,8	22,1	21,0
Produzione di rifiuti radioattivi difficilmente isolabili	33,1	35,5	34,3
Non so	9,4	8,6	8,9
Totale	100,0 (791)	100,0 (863)	100,0 (1654)

Tab. 3.16. – Distribuzione delle risposte alla dom. 21 per appartenenza della scuola al GS/GC [% di colonna]

Che cos'è un reattore nucleare?	Appartenenza della scuola al GS/GC		Totale
	GS	GC	
Il motore di un jet	3,1	3,6	3,4
Una struttura in cui avviene la reazione di fissione con generazione di calore	77,6	78,1	77,8
Un impianto per la produzione di benzina dal petrolio	3,8	3,7	3,8
Non so	15,5	14,6	15,0
Totale	100,0 (837)	100,0 (907)	100,0 (1744)

Tab. 3.17. – Distribuzione delle risposte alla dom. 22 per appartenenza della scuola al GS/GC [% di colonna]

Dove risiedono le principali fonti di pericolo di una centrale nucleare?	Appartenenza della scuola al GS/GC		Totale
	GS	GC	
Nel potenziale sviluppo di reazioni chimiche	22,2	23,6	23,0
Nell'accumulo di radioattività ed energia nel reattore	52,1	48,4	50,1
Nella continua produzione di gas che contribuiscono all'effetto serra	11,8	12,3	12,0
Non so	13,9	15,7	14,9
Totale	100,0 (832)	100,0 (897)	100,0 (1729)

L'analisi delle distribuzioni delle batterie di risposte riferite alla d. 17 (*Soggetti particolarmente esposti* – 13 item), d. 18 (*comportamenti di protezione dalla radioattività* – 11 item) e d. 20 (*azioni protettive in caso di emergenza radiologica* – 13 item) confermano il trend finora emerso (cfr. Tabb. 3.18.-3.20.). Difatti, se si osserva la distribuzione delle risposte a ciascun item congiuntamente con l'appartenenza dei rispondenti al GS/GC è possibile registrare un livello di competenza degli studenti dei due gruppi sostanzialmente simile, con riferimento ai tre tipi di risposta possibili (*si, no, non so*).

Tab. 3.18. – Distribuzione delle risposte alla dom. 17 per appartenenza della scuola al GS/GC [% di colonna]

Quali di questi soggetti possono essere particolarmente esposti alle radiazioni ionizzanti?	Sì		No		Non so	
	GS	GC	GS	GC	GS	GC
Item 1: tecnici informatici	27,7	28,5	47,7	46,6	24,6	24,9
Item 2: antennisti	48,5	44,7	25,8	30,2	25,7	25,1
Item 3: tecnici radiologi in ambito sanitario	63,0	62,9	19,5	20,3	17,5	16,8
Item 4: tecnici di impianti nucleari	88,0	89,3	4,0	3,5	8,0	7,2
Item 5: tecnici di centrali idroelettriche	22,6	22,9	56,4	56,4	21,0	20,7
Item 6: pazienti in cura radioterapica	60,1	56,7	18,4	20,4	21,5	22,9
Item 7: pazienti sottoposti a controlli ecografici	33,5	33,5	39,5	41,0	27,0	25,5
Item 8: abitanti nei pressi di una centrale a carbone	14,1	15,3	62,1	59,0	23,8	25,7
Item 9: abitanti nei pressi di una centrale nucleare	83,1	83,2	7,3	6,8	9,6	10,0
Item 10: abitanti in case costruite con pietre di tufo vulcanico	27,5	18,8	40,0	45,1	32,5	36,1
Item 11: lavoratori presso stabilimenti per cure termali	6,3	7,0	67,0	70,3	26,7	22,9
Item 12: piloti di voli intercontinentali	15,4	13,6	53,5	56,4	31,1	30,0
Item 13: macchinisti di treni ad alta velocità	13,5	12,5	56,3	57,1	30,2	30,4

Anche con riferimento agli item relativi ai comportamenti corretti da adottare per proteggersi dai rischi legati all'esposizione a sorgenti radiogene, i due gruppi rivelano il possesso di una dotazione di partenza in termini di competenza sul tema pressoché identica. L'equivalenza tra GS/GC è sufficientemente chiara e lampante con riferimento ai tre tipi di risposta; difatti, quale che sia la modalità presa in esame, le percentuali di risposta si equivalgono sempre (cfr. Tab. 3.19).

Tab. 3.19. – Distribuzione delle risposte alla dom. 18 per appartenenza della scuola al GS/GC [% di colonna]

Attraverso quali comportamenti è possibile proteggersi dagli effetti della radioattività?	Sì		No		Non so	
	GS	GC	GS	GC	GS	GC
Item 1: arieggiare spesso le stanze	28,1	23,9	47,6	50,3	24,3	25,8
Item 2: seguire una dieta vegetariana	5,1	4,6	78,2	84,1	16,7	11,3
Item 3: smettere di fumare	23,5	18,9	55,5	60,6	21,0	20,5
Item 4: al mare esporsi ai raggi solari con gradualità e creme protettive	64,2	67,7	20,3	20,1	15,5	12,2
Item 5: ricorrere a controlli radiologici e trattamenti di medicina nucleare solo in caso di necessità	68,2	68,5	14,1	16,3	17,7	15,2
Item 6: ritrattare i rifiuti radioattivi e custodirli in idonei depositi	81,3	83,1	6,9	7,5	11,8	9,4
Item 7: affondare le scorie radioattive a non meno di 70 miglia di distanza dalla terra ferma	24,4	30,4	37,6	34,5	38,0	35,1
Item 8: indossare tute, maschere e accessori di protezione nel caso di professioni esposte	78,6	80,4	8,2	9,2	13,2	10,4
Item 9: assumere sistematicamente delle pasticche protettive nel caso di professioni esposte	26,0	23,7	35,5	39,1	38,5	37,2
Item 10: predisporre finestre con doppi vetri negli edifici	20,2	19,3	47,3	49,0	32,5	31,7
Item 11: lavarsi accuratamente nel caso di contatto con materiali radioattivi	59,1	58,3	16,7	20,4	24,2	21,3

La batteria che chiude i quesiti relativi alle conoscenze sul tema della radioattività, relativa alle azioni protettive in caso di emergenza radiologica, conferma il trend finora emerso. Anche in questo caso, infatti, confrontando le percentuali relative ai due gruppi con riferimento alle tre risposte possibili, si può notare come il GS e il GC tendano ad essere perfettamente bilanciati a prescindere dalla correttezza della risposta fornita (cfr. Tab. 3.20.).

Tab. 3.20. – Distribuzione delle risposte alla dom. 20 per appartenenza della scuola al GS/GC [% di colonna]

Durante un'emergenza radiologica quali sono le principali azioni protettive volte a ridurre l'esposizione alle radiazioni ionizzanti della popolazione coinvolta?	Sì		No		Non so	
	GS	GC	GS	GC	GS	GC
Item 1: controllo degli accessi alle zone interessate da parte delle Autorità di pubblica sicurezza, al fine di limitare l'afflusso di persone	70,0	69,3	11,0	10,2	19,0	20,5
Item 2: prescrizione di frequenti controlli ecografici alle donne in gravidanza	49,3	50,9	25,3	27,4	25,4	21,7
Item 3: abbattimento degli alberi delle zone interessate	11,8	12,1	60,2	62,2	28,0	25,7
Item 4: controllo degli accessi alle zone interessate da parte delle Autorità di pubblica sicurezza, al fine di evitare la fuoriuscita di persone contaminate e quindi contagiose	50,0	51,2	21,9	23,1	28,1	25,7
Item 5: riparo all'interno di edifici con porte e finestre chiuse e impianti di ventilazione con aspirazione dall'esterno spenti	34,0	35,0	33,7	29,9	32,3	35,1
Item 6: riparo all'interno di edifici con porte e finestre chiuse e impianti di ventilazione con aspirazione dall'esterno accesi per favorire il ricircolo dell'aria	24,5	23,4	45,2	47,2	30,3	29,4
Item 7: ingestione, sotto stretto controllo medico, di composti di iodio stabile per evitare o limitare l'assorbimento di iodio radioattivo da parte della tiroide	35,3	35,4	17,3	16,7	47,4	47,9
Item 8: ingestione, sotto stretto controllo medico, di composti di iodio stabile per evitare o limitare l'assorbimento di iodio radioattivo da parte dei reni	26,2	26,2	22,4	20,4	51,4	53,4
Item 9: utilizzo di creme protettive a schermo totale al fine di contenere l'assorbimento di radiazioni da parte della pelle	36,0	38,4	27,9	28,3	36,1	33,3
Item 10: protezione e controllo della catena alimentare da parte delle Autorità sanitarie	52,2	50,9	21,7	21,7	26,1	27,4
Item 11: prescrizione di diete ad alto contenuto di vitamina C	20,4	20,3	30,3	32,8	49,3	46,9
Item 12: decontaminazione e rimozione delle sostanze radioattive eventualmente depositate su superfici esposte	67,8	67,6	10,6	10,8	21,6	21,6
Item 13: evacuazione della popolazione residente nell'area interessata dall'emergenza	68,7	71,7	10,4	10,0	20,9	18,3

Come si potrà cogliere analiticamente più avanti, al fine di rendere conto in maniera sintetica del livello di competenza in materia di radioattività degli intervistati, sia per il tempo  $T_1$  (di cui ci si occupa in questa sezione) che per il  $T_2$ , è stato costruito un indice additivo, quale esito di un'operazione di somma tra i punteggi ottenuti sui singoli item del test (cfr. Cap. 4). Anche rispetto a tale indice si può

affermare che i due gruppi risultino equivalenti in  $T_1$  e, peraltro, che non si registrino scarti apprezzabili neanche laddove si utilizzino variabili di stratificazione come il *genere*, l'*anno di corso*, il *contesto di rilevazione*, il *tipo di scuola*.

### 3.4. La conoscenza delle fonti di radiazione nei pressi della scuola frequentata

È possibile, ai fini dell'analisi condotta in questa sede, prendere in considerazione la distribuzione delle risposte ad un'ulteriore domanda del questionario (cfr. Allegato 2, d. 25), che non rientra nella costruzione degli indici di competenza sul tema della radioattività. Nel corso della prima rilevazione, sul totale dei casi raggiunti e considerati validi, ben l'87,9% degli intervistati non è in grado di rispondere alla domanda (*non sa*); l'8,5% ritiene che siano presenti sorgenti radiogene di origine artificiali ed il 2,8% di origine naturale; infine, per lo 0,8% di intervistati vi sono sia fonti naturali sia artificiali. La stragrande maggioranza dei casi raggiunti in tutte le fasi dell'indagine, quindi, ignora completamente la presenza di sorgenti di radiazione a prescindere dalla sede della rilevazione. Difatti, a Roma, Frosinone, Latina e Viterbo la percentuale di studenti che non sa rispondere al quesito è pari rispettivamente al 91,5%, al 96%, all'81,9% ed al 94,7%. Ai fini di una corretta classificazione, occorre fare un passo avanti dal momento che nel questionario era prevista, oltre alla domanda tesa a rilevare la conoscenza della natura artificiale o naturale della sorgente radiogena, anche la specificazione della risposta indicata attraverso un campo stringa. Analizzando congiuntamente la sede della rilevazione con la specificazione della fonte di radiazioni è possibile rilevare che nel corso della prima rilevazione:

- tra gli studenti delle scuole di Roma nessuno è a conoscenza della sede dell'Enea Casaccia come fonte di radiazione ionizzante. Vengono indicate, invece, l'*amianto* (3,3%), la presenza di *antenne* (4%) o *altre fonte artificiali* (1,2%). Sul totale delle risposte valide, il 91,5% non è in grado di indicare una risposta.
- Anche per gli studenti delle scuole viterbesi la situazione non sembra incoraggiante. Il problema del *tufo* di origine vulcanica, infatti, è conosciuto solo dal 2,3% su 430 rispondenti, ai quali occorre aggiungere lo 0,7% di studenti che hanno indicato la presenza di tufo congiuntamente ad altre fonti; per l'1,2% le radiazioni ionizzanti provengono dalla presenza di amianto sul territorio oppure da una centrale nucleare (0,5%) oppure, ancora, da *altre fonti artificiali* (0,7%). Anche in questo caso la percentuale di *non so* è altissima e si attesta al 94,7%.
- Gli studenti di Latina, invece, dimostrano una maggiore consapevolezza dei colleghi romani e viterbesi. In questo caso, infatti, il 14,7% è a conoscenza della presenza di una centrale nucleare nei pressi della scuola frequentata. Si tratta di un dato sicuramente non confortante, ma comunque apprezzabile se confrontato con i risultati registrati nelle altre sedi. Il resto delle risposte è comunque assorbito dai *non so* (82%), mentre l'1,9% indica scorrettamente la presenza di antenne come fonte di radiazioni ionizzanti.

Procedendo alla classificazione delle diverse risposte fornite in termini di corrette/sbagliate (cfr. Tab. 3.21.) è possibile affermare che gli studenti di Roma sono quelli maggiormente inconsapevoli circa le fonti radiogene presenti nei pressi della propria scuola (nessuna risposta corretta), mentre quelli di Latina risultano più informati (14,7% di risposte corrette), rispetto al resto delle unità locali analizzate. Dimostrano scarsa cognizione anche gli studenti viterbesi: solo il 3%, infatti, indica la presenza di rocce di origine vulcanica come fonte di radiazione.

Tab. 3.21. – Primo test : conoscenza delle fonti di radiazioni nei pressi della scuola frequentata per sede della rilevazione risposta corretta/risposta sbagliata [% di riga sul totale dei rispondenti]

Città	Conoscenza delle fonti di radiazioni nei pressi della scuola frequentata			
	Risposta sbagliata	Risposta corretta	Non sa	Totale
Roma	8,5	-	91,5	100,0
Frosinone	4,0	-	96,0	100,0
Latina	3,3	14,7	82,0	100,0
Viterbo	2,3	3,0	94,7	100,0
Totale	4,5	4,5	91,0	100,0

Ai fini dell'analisi dell'equivalenza, osservando congiuntamente la sede della rilevazione con l'appartenenza della scuola al GS/GC (cfr. Tab. 3.22.) è possibile ricavare informazioni in merito alla distribuzione delle risposte all'interno dei due gruppi (GS e GC) per ciascuna delle quattro città. L'obiettivo è nuovamente quello di analizzare eventuali squilibri nelle risposte in funzione dell'appartenenza al GS/GC, al fine di valutare gli eventuali cambiamenti indotti a seguito della partecipazione degli studenti alla campagna di informazione e sensibilizzazione. La situazione di maggiore equilibrio si registra con riferimento agli studenti di Viterbo e di Roma, la cui distribuzione per i due sub gruppi risulta sostanzialmente equivalente con riferimento ai tre tipi di risposta.

Tab. 3.22. – Primo test : conoscenza delle fonti di radiazioni nei pressi della scuola frequentata per sede della rilevazione e appartenenza al GS/GC

Città	Appartenenza della scuola al GS/GC	Conoscenza delle fonti di radiazioni nei pressi della scuola frequentata			
		Risposta sbagliata	Risposta corretta	Non sa	Totale
Roma	GS	6,0	-	94,0	100,0
	GC	11,0	-	89,0	100,0
Frosinone	GS	7,5	-	92,5	100,0
	GC	0,9	-	99,1	100,0
Latina	GS	3,5	19,0	77,5	100,0
	GC	3,2	10,9	86,0	100,0
Viterbo	GS	1,0	2,0	97,0	100,0
	GC	3,5	3,9	92,6	100,0

Lievi sbilanciamenti nelle risposte in funzione dell'appartenenza ad uno dei due gruppi caratterizzano invece gli studenti di Latina e quelli di Frosinone. Tuttavia, con riferimento alle risposte corrette, va sottolineata l'esiguità numerica del sub-campione (solo 75 casi su 1674 hanno fornito una risposta corretta) tale da compromettere la significatività statistica del risultato. D'altro canto, focalizzando l'attenzione sull'area dei "non so", che assorbe la stragrande maggioranza delle risposte, è possibile rilevare come la situazione in partenza sia caratterizzata nei termini di una sostanziale equivalenza tra i due gruppi con riferimento a ciascuna delle quattro sedi analizzate: a Roma la proporzione è del 94% (GS) vs. 89% (GC); a Frosinone del 92,5% vs. 99,1%, a Latina del 77,5% a fronte del 86% tra gli appartenenti al GC e, infine, anche a Viterbo la situazione risulta equilibrata (97% vs. 92,6%). Nel corso della prima rilevazione, quindi, è generalmente osservabile una scarsa consapevolezza degli studenti circa le caratteristiche radiogene dei territori nei pressi dei quali sorgono le scuole campionate.

## 4. LE COMPETENZE SUL TEMA DELLA RADIOATTIVITÀ: ANALISI DEL CAMBIAMENTO

di Alessandra Decataldo, Pasquale di Padova e Maria Paola Faggiano<sup>1</sup>

---

### 4.1. Introduzione

Sono stati descritti nei Capitoli precedenti gli obiettivi connessi con l'impostazione sperimentale della presente indagine e sono state argomentate tutte le scelte metodologiche e tecniche adottate con la finalità di cogliere l'entità del cambiamento sul piano delle competenze giovanili in materia di radioattività, nonché di individuare i fattori capaci di favorire l'apprendimento, di connettersi con le migliori performance (*in primis* l'intervento formativo dei tecnici ISPRA sulla parte di studenti che rappresenta il campione sperimentale).

Pertanto, nella presente sezione di lavoro si dà conto dei risultati che, ai diversi livelli di analisi, dal più analitico al più sintetico, riguardano il test di competenza sul tema del rischio da esposizione a fonti di radiazioni ionizzanti, nella sua evoluzione nel tempo. Come affrontato analiticamente nella sezione di lavoro dedicata alla descrizione dello strumento di rilevazione utilizzato (cfr. Par. 1.3.), le domande implicate vanno dalla n. 7 alla n. 22 con riferimento al questionario utilizzato nel corso della prima rilevazione (cfr. Allegato 2), dalla n. 10 alla n. 25 rispetto al questionario utilizzato nel corso della seconda rilevazione da parte del GS (che, come è noto, ha assistito ad un intervento formativo di due ore in seguito alla prima rilevazione – cfr. Allegato 3), dalla n. 8 alla n. 23 per il questionario compilato da parte degli studenti appartenenti al GC (i quali, come già esplicitato, non hanno assistito ad alcuna lezione tra le due rilevazioni – cfr. Allegato 4).

Si ribadisce che l'insieme delle domande in questione è la medesima in tutti e tre i casi (gli item implicati sono complessivamente 49), stante lo scopo di cogliere eventuali cambiamenti, a parità di domande, sul piano delle competenze sul tema da parte degli studenti coinvolti, in un'ottica di comparazione costante tra GS e GC, cioè tra il sottocampione che ha ricevuto la X e quello che non l'ha ricevuta. Come si è già detto in sede di illustrazione del disegno della ricerca, e come si avrà modo di evidenziare più avanti, il GC è stato, comunque, in qualche modo sollecitato sulle tematiche dell'intervento sperimentale proprio attraverso la somministrazione del primo test. Scopo principale dell'indagine è, in senso lato, la comprensione della natura e dell'entità degli effetti sull'apprendimento dell'intervento formativo, elemento caratterizzante esclusivamente gli studenti del GS e collocato temporalmente tra i due test.

---

<sup>1</sup> Maria Paola Faggiano ha curato la stesura dei Parr. 4.1., 4.2., 4.3., 4.5., 4.8., Pasquale di Padova ha redatto il Par. 4.4., Alessandra Decataldo ha scritto i Parr. 4.6. e 4.7.

## 4.2. Test di competenza: controlli di qualità del dato

Prima di addentrarci nella descrizione dei risultati dell'indagine sul piano sostantivo, si darà conto di alcuni *controlli di qualità* (cfr. Di Franco, 2001), effettuati con lo scopo di stabilire il grado di fedeltà dei dati ottenuti. Si tratta nello specifico:

- di *controlli di congruenza* svolti incrociando il  $T_1$  e il  $T_2$ , dopo aver ripartito e conteggiato le risposte fornite ai quesiti facenti parte del test di competenza in *corrette, sbagliate e non so*;
- di *controlli* del fenomeno del *response set*, con specifico riferimento alle batterie di domande inserite nell'ambito dello stesso test di competenza, l'una relativa ai "soggetti percepiti come particolarmente esposti a radiazioni ionizzanti" (cfr. Allegato 2, d. 17), la seconda riferita ai "comportamenti da adottare al fine di proteggersi dagli effetti della radioattività" (cfr. d. 18), la terza alle "azioni protettive da intraprendere in caso di un'emergenza radiologica" (cfr. d. 20), composte rispettivamente da 13, 11 e 13 item;
- di *controlli relativi al peso e alla diffusione dei "non so"* al  $T_1$  e al  $T_2$ .

In merito al primo aspetto considerato, è stata messa a punto una *tipologia delle risposte fornite al test di competenza*<sup>2</sup>, al  $T_1$  e al  $T_2$ . Si riportano di seguito i dati ottenuti, sia tenendo scissi i due momenti della rilevazione, sia incrociando – al fine di cogliere forme ed entità di stabilità e mutamento – i due tempi e distinguendo il campione complessivamente raggiunto in GS e GC (cfr. Tabb. 4.1.-4.3.)<sup>3</sup>. Si può agevolmente notare come i *cambiamenti di segno positivo* (ad es. lo spostamento da una prevalenza di risposte sbagliate ad una prevalenza di risposte corrette) riguardino in misura maggiore il GS, così come le *forme di stabilità in positivo* (ad es. prevalenza di risposte corrette sia al  $T_1$  che al  $T_2$ ).

---

<sup>2</sup> L'indice tipologico è stato costruito attraverso i seguenti passaggi: a. conteggio del numero di volte in cui il singolo soggetto abbia fornito risposte sbagliate, risposte corrette e risposte "non so" al test nel suo complesso; b. dicotomizzazione di ciascuna delle tre variabili conteggio (nelle modalità "fino a 1/3 delle risposte" e "più di 1/3 delle risposte"); c. incrocio tra le tre variabili dicotomiche ottenute e individuazione di sette tipi di risposte fornite al test di competenza.

<sup>3</sup> Al fine di comprimere le dimensioni della Tab 4.3. le sette modalità della tipologia presentata in  $T_1$  e  $T_2$  sono sostituite dalle lettere A, B, C, D, E, F, G.

Tab. 4.1. - Tipologia delle risposte fornite al test di competenza ( $T_1$ ) in base all'appartenenza della scuola al GS/GC

		Appartenenza della scuola al GS/GC		Totale
		GS	GC	
<b>Tipologia delle risposte fornite al test di competenza (<math>T_1</math>)</b>	Equilibrio tra tutti i tipi di risposta (nessuna prevalenza)	0,6	0,5	0,6
	Prevalenza di non so	14,8	13,4	14,1
	Prevalenza di corrette	46,6	43,2	44,7
	Prevalenza di sbagliate	1,9	1,4	1,7
	Equilibrio tra corrette e non so (poche sbagliate)	12,8	13,6	13,2
	Equilibrio tra corrette e sbagliate (pochi non so)	22,5	27,4	25,0
	Equilibrio tra sbagliate e non so (poche corrette)	0,8	0,5	0,7
Totale		100,0 (845)	100,0 (912)	100,0 (1.757)

Tab. 4.2. - Tipologia delle risposte fornite al test di competenza ( $T_2$ ) in base all'appartenenza della scuola al GS/GC

		Appartenenza della scuola al GS/GC		Totale
		GS	GC	
<b>Tipologia delle risposte fornite al test di competenza (<math>T_2</math>)</b>	Equilibrio tra tutti i tipi di risposta (nessuna prevalenza)	3,6	4,6	4,1
	Prevalenza di non so	9,3	14,0	11,8
	Prevalenza di corrette	56,3	49,5	52,7
	Prevalenza di sbagliate	2,0	2,9	2,4
	Equilibrio tra corrette e non so (poche sbagliate)	4,0	4,6	4,3
	Equilibrio tra corrette e sbagliate (pochi non so)	24,7	24,0	24,4
	Equilibrio tra sbagliate e non so (poche corrette)	0,1	0,4	0,3
Totale		100,0 (845)	100,0 (912)	100,0 (1.757)

Tab. 4.3. – Tipologia delle risposte fornite al test di competenza [T<sub>2</sub>] \* Tipologia delle risposte fornite al test di competenza [T<sub>1</sub>] in base all'appartenenza della scuola al GS/GC

Appartenenza della scuola al GS/GC		Tipologia delle risposte fornite al test di competenza [T <sub>i</sub> ]							Totale	
		A	B	C	D	E	F	G		
GS	Tipologia delle risposte fornite al test di competenza [T <sub>1</sub> ]	A		8,8	1,8		8,3	1,1	14,3	3,6
		B		36,8	2,3	25,0	11,1	3,2	28,6	9,3
		C	80,0	21,6	72,0	31,3	60,2	45,8	42,8	56,3
		D	20,0	4,0	0,8	12,4	1,9	2,1		2,0
		E		8,8	2,3		12,0	0,5		4,0
		F		19,2	20,8	31,3	6,5	47,3	14,3	24,7
		G		0,8						0,1
	Totale	100,0 (5)	100,0 (125)	100,0 (394)	100,0 (16)	100,0 (108)	100,0 (190)	100,0 (7)	100,0 (845)	
GC	Tipologia delle risposte fornite al test di competenza [T <sub>2</sub> ]	A	20,0	10,7	2,5	15,4	7,3	2,4	20,0	4,6
		B		50,8	6,6	30,7	21,0	4,0		14,0
		C	40,0	22,1	66,4		46,0	40,4	60,0	49,5
		D	20,0	1,6	1,3	15,4	3,2	4,4	20,0	2,9
		E		5,7	2,8		17,7	0,8		4,6
		F	20,0	6,6	20,4	38,5	4,8	47,6		24,0
		G		2,5				0,4		0,4
	Totale	100,0 (5)	100,0 (122)	100,0 (393)	100,0 (13)	100,0 (124)	100,0 (250)	100,0 (5)	100,0 (912)	

D'altra parte, gli *abbinamenti incongruenti*, come ad esempio il passaggio da una prevalenza di risposte corrette ad una prevalenza di risposte sbagliate, riguardano pochissimi casi sia rispetto al GS, sia rispetto al GC. Tali casi, da un lato, fanno riflettere sulla possibile difficoltà da parte di alcuni studenti di recepire fino in fondo il senso di alcuni quesiti nel corso delle due rilevazioni, quindi sulla effettiva complessità del tema di indagine; dall'altro, fanno pensare anche a forme di disattenzione nel corso della compilazione da parte di alcuni studenti, ossia al fenomeno delle "risposte date a caso".

Come accennato, con riferimento alle batterie di domande incluse nel test di competenza, si è operato il controllo del fenomeno del *response set*, che consiste in questa sede nel quantificare i soggetti che, per singola batteria, abbiano scelto in quasi tutti/in tutti i casi la medesima modalità di risposta (ad es. sempre o quasi sempre "non so")<sup>4</sup>. Come si può notare nella tavola sottostante (cfr. Tab. 4.4.), tale fenomeno è nel complesso scarsamente diffuso, attestandosi generalmente su percentuali molto basse (le percentuali più elevate riscontrate sono: 7,5% per il T<sub>1</sub>, modalità "non so", batteria sulle azioni protettive da intraprendere in caso di

<sup>4</sup> Nel caso delle batterie a 13 item sono stati classificati come casi di *response set* quelli in cui la stessa risposta si ripete in almeno 10 occasioni di 13; nel caso della batteria a 11 item, il limite è stato abbassato a 9.

un'emergenza radiologica; 8,6% per il T<sub>2</sub>, modalità "non so", stessa batteria; peraltro, il fenomeno riguarda soprattutto la modalità di risposta "non so" anche con riferimento alle altre batterie di domande).

D'altra parte, ad una equivalenza (cfr. Tab. 4.5.) dei due gruppi in analisi al T<sub>1</sub> (che, ancora una volta, conferma la perfetta riuscita del piano di campionamento nell'equilibrare i due sottocampioni rispetto agli stati dei casi su tutte le variabili rilevanti ai fini dell'indagine), segue al T<sub>2</sub>, sempre in una situazione di scarsa incidenza del fenomeno, una più rilevante diffusione del *response set* con riferimento alla modalità "non so" nel gruppo di controllo (cfr. Tab. 4.6.).

Tab. 4.4. - Analisi del *response set* (dd. 17, 18, 20): T<sub>1</sub> e T<sub>2</sub><sup>5</sup>

	Assenza di response set	Presenza di response set
Conteggio sì <b>soggetti</b> 1 dic	99,0	1,0
Conteggio no <b>soggetti</b> 1 dic	97,7	2,3
Conteggio non so <b>soggetti</b> 1 dic	94,6	5,4
Conteggio sì <b>emergenza</b> 1 dic	97,3	2,7
Conteggio no <b>emergenza</b> 1 dic	99,7	0,3
Conteggio non so <b>emergenza</b> 1 dic	92,5	7,5
Conteggio sì <b>comportamento</b> 1 dic	98,8	1,2
Conteggio no <b>comportamento</b> 1 dic	99,5	0,5
Conteggio non so <b>comportamento</b> 1 dic	97,0	3,0
Conteggio sì <b>soggetti</b> 2 dic	96,8	3,2
Conteggio no <b>soggetti</b> 2 dic	98,1	1,9
Conteggio non so <b>soggetti</b> 2 dic	95,0	5,0
Conteggio sì <b>emergenza</b> 2 dic	95,6	4,4
Conteggio no <b>emergenza</b> 2 dic	99,5	0,5
Conteggio non so <b>emergenza</b> 2 dic	91,4	8,6
Conteggio sì <b>comportamento</b> 2 dic	96,1	3,9
Conteggio no <b>comportamento</b> 2 dic	99,4	0,6
Conteggio non so <b>comportamento</b> 2 dic	95,8	4,2

<sup>5</sup> Al fine di rendere chiara la lettura delle Tabb. 4.4.-4.6. è bene ricordare che le etichette sintetiche utilizzate rispetto alle variabili esito del conteggio effettuato a partire dalle batterie n. 17, 18, 20 contengono ciascuna: un riferimento alla modalità di risposta conteggiata (*sì, no, non so*); un rinvio alla specifica batteria attraverso la parola-chiave *soggetti* (d. 17), *emergenza* (d. 20), *comportamento* (d. 18); l'indicazione del momento della rilevazione (1 = T<sub>1</sub>; 2 = T<sub>2</sub>) e della struttura della variabile (dic = dicotomizzata in termini di *presenza/ assenza di response set*).

Tab. 4.5. – Analisi del response set (dd. 17, 18, 20) in base all'appartenenza della scuola al GS/GC: T<sub>1</sub>

Appartenenza della scuola al GS / GC		Assenza di response set	Presenza di response set
GS	Conteggio sì <b>soggetti</b> 1 dic	99,1	0,9
	Conteggio no <b>soggetti</b> 1 dic	97,6	2,4
	Conteggio non so <b>soggetti</b> 1 dic	94,4	5,6
	Conteggio sì <b>emergenza</b> 1 dic	97,6	2,4
	Conteggio no <b>emergenza</b> 1 dic	99,8	0,2
	Conteggio non so <b>emergenza</b> 1 dic	92,1	7,9
	Conteggio sì <b>comportamento</b> 1 dic	98,5	1,5
	Conteggio no <b>comportamento</b> 1 dic	99,6	0,4
	Conteggio non so <b>comportamento</b> 1 dic	95,9	4,1
GC	Conteggio sì <b>soggetti</b> 1 dic	98,9	1,1
	Conteggio no <b>soggetti</b> 1 dic	97,7	2,3
	Conteggio non so <b>soggetti</b> 1 dic	94,7	5,3
	Conteggio sì <b>emergenza</b> 1 dic	96,9	3,1
	Conteggio no <b>emergenza</b> 1 dic	99,6	0,4
	Conteggio non so <b>emergenza</b> 1 dic	93,0	7,0
	Conteggio sì <b>comportamento</b> 1 dic	99,1	0,9
	Conteggio no <b>comportamento</b> 1 dic	99,5	0,5
	Conteggio non so <b>comportamento</b> 1 dic	98,0	2,0

Concentrando l'analisi, in linea con i risultati emersi, sulla diffusione della modalità di risposta "non so", ci si può esprimere orientativamente negli stessi termini (cfr. Allegato 6, Tabb. 4.7.- 4.12.). I dati proposti rispettivamente rinviano:

- al fenomeno del *response set* sulla modalità "non so" nel tempo rispetto a ciascuna delle batterie coinvolte nell'analisi;
- al fenomeno del *response set* sulla modalità "non so" – prima al T<sub>1</sub>, poi al T<sub>2</sub>, poi infine incrociando T<sub>1</sub> e T<sub>2</sub> e suddividendo il campione in due parti –, trasversalmente rispetto alle tre batterie di domande considerate.

### 4.3. L'analisi dei singoli item nel tempo

Per ogni singola domanda del test di competenza sul tema della radioattività, sempre tenendo distinti gli studenti del GS da quelli del GC, sono stati messi a

<sup>6</sup> In cui 0 va interpretato come assenza generalizzata di response set sulla modalità "non so"; 3 come presenza di response set sulla modalità "non so" in tutte e tre le batterie considerate.

Tab. 4.6. – Analisi del response set (dd. 17, 18, 20) in base all'appartenenza della scuola al GS/GC: T<sub>2</sub>

Appartenenza della scuola al GS/GC		Assenza di response set	Presenza di response set
GS	Conteggio sì <b>soggetti</b> 2dic	95,7	4,3
	Conteggio no <b>soggetti</b> 2dic	98,2	1,8
	Conteggio non so <b>soggetti</b> 2dic	96,2	3,8
	Conteggio sì <b>emergenza</b> 2dic	95,5	4,5
	Conteggio no <b>emergenza</b> 2dic	99,5	0,5
	Conteggio non so <b>emergenza</b>	91,4	8,6
	Conteggio sì <b>comportamento</b>	93,7	6,3
	Conteggio no <b>comportamento</b>	99,5	0,5
	Conteggio non so <b>comportamento</b> 2dic	96,7	3,3
GC	Conteggio sì <b>soggetti</b> 2dic	97,8	2,2
	Conteggio no <b>soggetti</b> 2dic	97,9	2,1
	Conteggio non so <b>soggetti</b> 2dic	94,0	6,0
	Conteggio sì <b>emergenza</b> 2dic	95,6	4,4
	Conteggio no <b>emergenza</b> 2dic	99,5	0,5
	Conteggio non so <b>emergenza</b>	91,4	8,6
	Conteggio sì <b>comportamento</b>	98,4	1,6
	Conteggio no <b>comportamento</b>	99,3	0,7
	Conteggio non so <b>comportamento</b> 2dic	95,0	5,0

confronto gli stati dei rispondenti al T<sub>1</sub> e al T<sub>2</sub> con l'obiettivo di cogliere, analiticamente, forme di stabilità e di evoluzione delle risposte nel tempo. Queste ultime, per semplicità, sono state distinte in "corrette" e "sbagliate"<sup>7</sup> (tale modalità include anche la risposta "non so"). Nell'Allegato statistico (cfr. Allegato 6) sono riportate tutte le tavole di contingenza prodotte [49 in tutto – cfr. Tab. 4.13.-4.61.]<sup>8</sup>, mentre sono state inserite nel testo esclusivamente le tabelle e i grafici più

<sup>7</sup> Si rammenta che le modalità di risposta precodificate sono quattro (una corretta e tre sbagliate, inclusa la modalità "non so"); solo nel caso delle batterie di domande sono tre (una corretta e due sbagliate, inclusa la modalità "non so") – (cfr. Allegato 2).

<sup>8</sup> Al fine di agevolare la lettura, si ricorda che il riferimento temporale di colonna è T<sub>1</sub>, mentre quello di riga è T<sub>2</sub> (sono riportate le percentuali di colonna e, per i totali, quelle di riga e di colonna). Le celle evidenziate di grigio scuro si riferiscono ai passaggi dalla risposta corretta a quella sbagliata da T<sub>1</sub> a T<sub>2</sub>; viceversa, il colore grigio chiaro indica i passaggi dalla risposta sbagliata a quella corretta. Sotto ogni tabella è riportato per esteso il testo riferito alla risposta corretta. In tutte le tabelle e in tutti i grafici presentati (e ciò vale anche per altre sezioni tematiche – cfr. in generale Capp. relativi ai risultati dell'indagine) i dati si riferiscono al campione effettivamente raggiunto in tutte le fasi di ricerca (doppia rilevazione e intervento formativo per il GS; doppia rilevazione per il GC). Come si ricorderà, i casi complessivamente raggiunti sono 1.757. Ovviamente, in relazione ai questionari conteggiati come validi, vi è un numero di mancate risposte per singola

eloquenti rispetto ai risultati ottenuti. Con riferimento ai dati emersi, adottando una logica di sintesi che, per il momento, non si concentri sulla singola domanda di questionario, complessivamente si possono svolgere una serie di considerazioni:

- per un certo numero di item, la percentuale di coloro che, fornita una risposta corretta al  $T_1$ , si caratterizza per una risposta corretta anche al  $T_2$ , è piuttosto elevata (superando anche l'80%); tale peculiarità riguarda generalmente in forma lievemente più decisa il GS (cfr., a titolo esemplificativo, Tab. 4.60.)<sup>9</sup>. Si tratta del complesso di nozioni, già bagaglio culturale dei giovani intervistati, che l'intervento formativo, laddove ci sia stato, ha comunque ribadito e consentito di approfondire e chiarire (senza escludere i casi di risposta corretta "per caso" o "in seguito a ragionamento", una percentuale presumibilmente equivalente al  $T_1$  nei due gruppi costantemente messi a confronto). Ad esempio molti studenti fanno, quindi ribadiscono al  $T_2$ , che la radioattività è un fenomeno per cui determinate sostanze emettono radiazioni ionizzanti; o ancora che la corretta gestione dei rifiuti radioattivi è importante per evitare la lenta liberazione di radioattività verso l'ambiente; o che i tecnici di impianti nucleari sono soggetti particolarmente esposti alle radiazioni ionizzanti, così come i pazienti in cura radioterapica, nonché i tecnici radiologi in ambito sanitario.

Tab. 4.60. - Definizione di reattore nucleare ( $T_2$ ) \* Definizione di reattore nucleare ( $T_1$ ) in base all'appartenenza della scuola al GS/GC

Appartenenza della scuola al GS/GC			Definizione di reattore nucleare		Totale	
			Risposta sbagliata	Risposta corretta		
GS	Definizione di reattore nucleare	Risposta sbagliata	84	76	160	
			45,4	11,9	19,4	
	Risposta corretta		101	564	665	
			54,6	88,1	80,6	
	Totale			185	640	825
				22,4	77,6	100,0
			100,0	100,0	100,0	
GC	Definizione di reattore nucleare	Risposta sbagliata	115	107	222	
			58,7	15,1	24,6	
	Risposta corretta		81	601	682	
			41,3	84,9	75,4	
	Totale			196	708	904
				21,7	78,3	100,0
			100,0	100,0	100,0	

Risposta corretta: **struttura in cui avviene la reazione di fissione con generazione di calore**

scheda variabile (e comunque sempre contenuto); ciò determina un totale anch'esso suscettibile di cambiamento con riferimento ai dati in forma aggregata illustrati nei grafici e nelle tabelle riportati nel rapporto di ricerca.

<sup>9</sup> La numerazione delle Tabelle e dei Grafici riportati nel testo, considerati essenziali per la trattazione, è utilizzata nel modo proposto al fine di avere una perfetta corrispondenza con la numerazione grafico-tabellare dell'Allegato 6.

Con riferimento ai comportamenti di protezione dalla radioattività, vi è una consapevolezza diffusa, quindi coerente nel tempo, che si debba far ricorso ai controlli radiologici e ai trattamenti di medicina nucleare solo in caso di necessità, così come che un'azione adeguata sia ritrattare i rifiuti radioattivi e custodirli in appositi depositi, nonché quella di indossare tute, maschere e accessori di protezione nel caso di professioni esposte. Aggiungendo un ultimo esempio (ma ve ne sarebbero altri), è possibile riferire che è conoscenza diffusa che il reattore nucleare è una struttura in cui avviene la reazione di fissione con generazione di calore.

- La percentuale di coloro che, fornita una risposta sbagliata al  $T_1$ , passa – mostrando così di migliorare – ad una risposta corretta al  $T_2$ , è particolarmente variabile (da meno del 10% a circa il 60%). In quasi tutti i casi, tale percentuale è – più o meno vistosamente – maggiormente elevata nel GS rispetto al GC (cfr., a titolo esemplificativo, Tabb. 4.25. e 4.40.). Ciò si può connettere a numerosi fattori:
  1. al differente grado di complessità (a monte) di ciascun item. Si potrebbe dire che, per alcuni aspetti del tema della radioattività, l'apprendimento sia risultato più semplice, per altri più difficoltoso; in altri termini, che la lezione, laddove ci sia stata, e la ricerca personale, laddove sia scattata la molla della curiosità individuale, abbiano sortito degli effetti, sul piano dell'apprendimento individuale, variabili – in positivo/in negativo – in relazione al grado di complessità del singolo aspetto del tema introdotto nel questionario/affrontato a lezione (cfr. Par. 1.4.).
  2. Allo spazio dedicato all'approfondimento del singolo tema – e ciò vale per il GS – nell'ambito dell'intervento formativo, rappresentato, come noto, da una lezione della durata media di un'ora e mezza, focalizzata su molteplici e spesso complicati aspetti del macrotema della radioattività (cfr. Par. 2.1.).
  3. All'interesse, alla curiosità e al desiderio di approfondimento – intrinsecamente variabili – suscitati dal singolo item sui rispondenti in seguito alla prima rilevazione.
  4. Alla connessione – anch'essa variabile e differentemente percepita dagli studenti coinvolti – con concreti aspetti della loro vita quotidiana.
  5. Alle condizioni (orari, caratteristiche dell'aula, acustica, visibilità, comfort, ecc.) in cui si è svolto l'intervento formativo (per approfondimenti cfr. Cap. 6).
  6. Alla chiarezza espositiva, allo stile comunicativo, alla capacità di esemplificare e di modulare all'occorrenza il registro e il tono adottati del singolo relatore coinvolto nell'esperienza della formazione, benché su tali variabili, nel rispetto del protocollo sperimentale, si sia esercitato un controllo preventivo nella direzione della standardizzazione da parte degli stessi autori dell'intervento in sede di sua progettazione.
- Per quanti, fornita una risposta sbagliata al  $T_1$ , danno una risposta sbagliata anche al  $T_2$ , valgono molte delle considerazioni espresse al punto precedente (cfr., ad esempio, Tabb. 4.22. e 4.26.).
- Il dato anomalo (che, in ogni modo, appartiene ad ogni esperienza di ricerca sociale sul campo e che in tal senso può essere sdrammatizzato) riguarda la quota di coloro che, fornita una risposta corretta al  $T_1$ , regrediscono alla risposta sbagliata (tra cui, si ricorda, anche la modalità "non so") al  $T_2$ . Si tratta della parte di insuccesso (fortunatamente contenuta) che caratterizza sia l'esperienza della rilevazione con questionario, sia l'intervento formativo, di un dato, messo in conto

a monte, specie con riferimento ad un tema per certi versi "ostico", lontano dai programmi di studio ministeriali, spesso lontano anche dalle vite di una generazione di giovani sempre meno informata e interessata a temi di attualità e a problemi di ordine globale (cfr. Par. 1.4.; cfr. anche Buzzi, Cavalli, de Lillo, a c. di, 2007).

Tab. 4.25. - *Soggetti esposti: abitanti in case di tufo vulcanico [T<sub>2</sub>]* \* *Soggetti esposti: abitanti in case di tufo vulcanico [T<sub>1</sub>]* in base all'appartenenza della scuola al GS/GC

Appartenenza della scuola al GS/GC			Soggetti particolarmente esposti alle radiazioni ionizzanti: abitanti in case costruite con pietre di tufo vulcanico		Totale
			Risposta sbagliata	Risposta corretta	
GS	Soggetti particolarmente esposti alle radiazioni ionizzanti: abitanti in case costruite con pietre di tufo vulcanico	Risposta sbagliata	315	63	378
			52,2	27,6	45,4
		Risposta corretta	289	165	454
			47,8	72,4	54,6
	Totale		604	228	832
			72,6	27,4	100,0
100,0			100,0	100,0	
GC	Soggetti particolarmente esposti alle radiazioni ionizzanti: abitanti in case costruite con pietre di tufo vulcanico	Risposta sbagliata	530	57	587
			72,6	34,1	65,4
		Risposta corretta	200	110	310
			27,4	65,9	34,6
	Totale		730	167	897
			81,4	18,6	100,0
100,0			100,0	100,0	

Risposta corretta: **si**

Tab. 4.40. - Comportamento di protezione: arieggiare le stanze [T<sub>2</sub>] \* Comportamento di protezione: arieggiare le stanze [T<sub>1</sub>] in base all'appartenenza della scuola al GS/GC

Appartenenza della scuola al GS/GC			Comportamento di protezione dalla radioattività: arieggiare spesso le stanze		Totale
			Risposta sbagliata	Risposta corretta	
GS	Comportamento di protezione dalla radioattività: arieggiare spesso le stanze	Risposta sbagliata	328	68	396
			54,4	28,9	47,3
		Risposta corretta	275	167	442
			45,6	71,1	52,7
	Totale		603	235	838
			72,0	28,0	100,0
GC	Comportamento di protezione dalla radioattività: arieggiare spesso le stanze	Risposta sbagliata	516	73	589
			75,3	33,8	65,4
		Risposta corretta	169	143	312
			24,7	66,2	34,6
	Totale		685	216	901
			76,0	24,0	100,0
		100,0	100,0	100,0	

Risposta corretta: **si**

Tab. 4.22. - Principio di ottimizzazione [T<sub>2</sub>] \* Principio di ottimizzazione [T<sub>1</sub>] in base all'appartenenza della scuola al GS/GC

Appartenenza della scuola al GS/GC			Principio di ottimizzazione in materia di protezione dalle radiazioni		Totale
			Risposta sbagliata	Risposta corretta	
GS	Principio di ottimizzazione in materia di protezione dalle radiazioni	Risposta sbagliata	506	116	622
			78,4	62,4	74,8
		Risposta corretta	139	70	209
			21,6	37,6	25,2
	Totale		645	186	831
			77,6	22,4	100,0
GC	Principio di ottimizzazione in materia di protezione dalle radiazioni	Risposta sbagliata	602	104	706
			82,1	62,7	78,5
		Risposta corretta	131	62	193
			17,9	37,3	21,5
	Totale		733	166	899
			81,5	18,5	100,0
		100,0	100,0	100,0	

Risposta corretta: **le esposizioni alle radiazioni ionizzanti devono essere mantenute al livello più basso ottenibile**

Tab. 4.26. – Soggetti esposti: lavoratori presso stabilimenti termali [T<sub>2</sub>] \* Soggetti esposti: lavoratori presso stabilimenti termali [T<sub>1</sub>] in base all'appartenenza della scuola al GS/GC

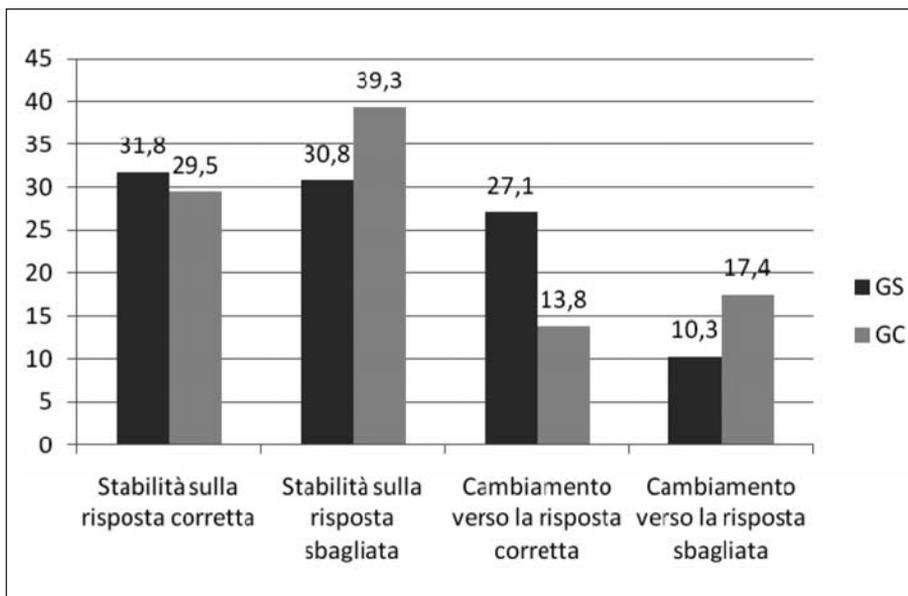
Appartenenza della scuola al GS/GC			Soggetti particolarmente esposti alle radiazioni ionizzanti: lavoratori presso stabilimenti per cure termali		Totale
			Risposta sbagliata	Risposta corretta	
GS	Soggetti particolarmente esposti alle radiazioni ionizzanti: lavoratori presso stabilimenti per cure termali	Risposta sbagliata	712	41	753
			91,8	77,4	90,8
		Risposta corretta	64	12	76
			8,2	22,6	9,2
	Totale		776	53	829
			93,6	6,4	100,0
GC	Soggetti particolarmente esposti alle radiazioni ionizzanti: lavoratori presso stabilimenti per cure termali	Risposta sbagliata	781	45	826
			93,3	72,6	91,9
		Risposta corretta	56	17	73
			6,7	27,4	8,1
	Totale		837	62	899
			93,1	6,9	100,0
		100,0	100,0	100,0	

Risposta corretta: sì

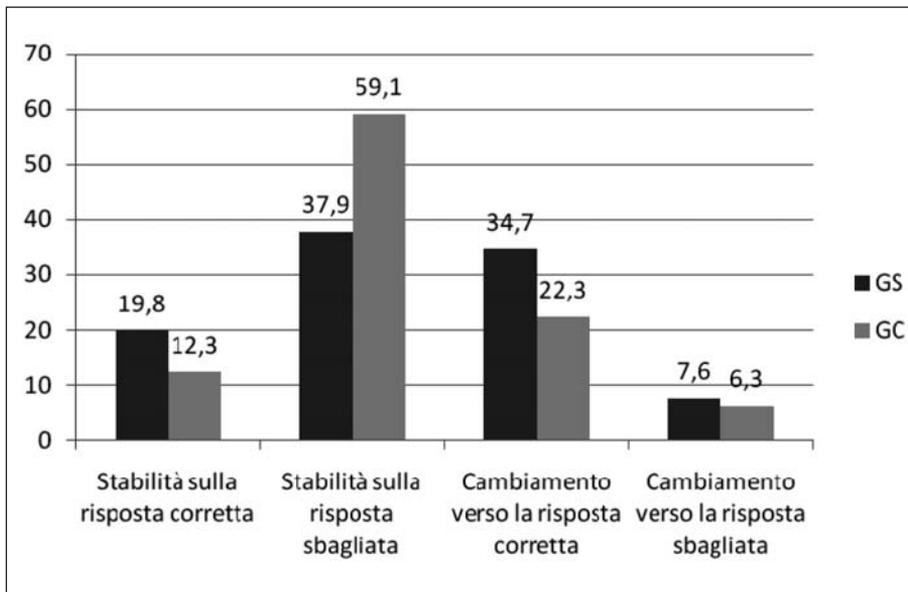
Sempre per ogni singola domanda del test di competenza sul tema della radioattività, sono state prodotte le sintesi dei dati (tipologie) della prima e della seconda rilevazione, come al solito tenendo distinti gli studenti del GS da quelli del GC. L'utilizzo di grafici a barre raggruppate<sup>10</sup> rende particolarmente agevole ed efficace la lettura di questo insieme di dati.

Anche in questo caso, si può ribadire che, complessivamente, il cambiamento verso la risposta corretta (cfr. ad esempio l'item relativo agli effetti delle radiazioni ionizzanti o ancora quello relativo all'esposizione a radiazioni ionizzanti da parte degli abitanti in case costruite con pietre di tufo vulcanico) – che rappresenta la modalità più interessante rispetto agli scopi dell'indagine – riguarda in special modo il GS. A volte le discrepanze tra i due gruppi sono lievi, comunque sempre a favore del GS, altre volte gli scarti sono particolarmente significativi (cfr. Graff. 4.8., 4.19., 4.23.).

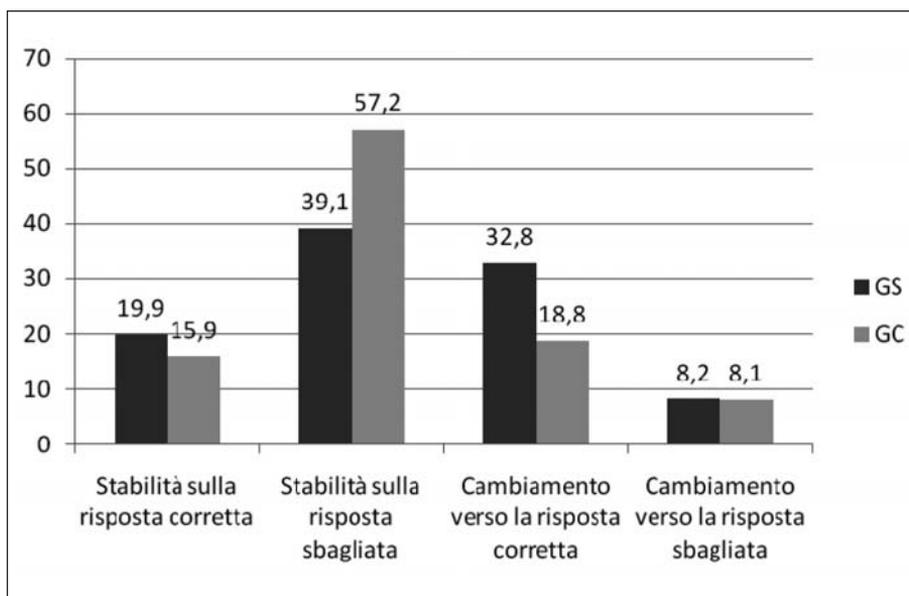
<sup>10</sup> Con le percentuali calcolate questa volta sul totale dei casi di ciascun sottocampione, in cui il colore nero si riferisce al GS e il grigio al GC (cfr. Graff. 4.1.-4.49. in Allegato 6).



Graf. 4.8. – Effetti delle radiazioni ionizzanti ( $T_1/T_2$ ) in base all'appartenenza della scuola al GS/GC



Graf. 4.19. – Soggetti esposti: abitanti in case di tufo vulcanico ( $T_1/T_2$ ) in base all'appartenenza della scuola al GS/GC



Graf. 4.23. – Comportamento di protezione: arieggiare le stanze ( $T_1/T_2$ ) in base all'appartenenza della scuola al GS/GC

D'altra parte, sulla base delle considerazioni svolte poc'anzi, è possibile leggere le altre modalità – dalle percentuali estremamente variabili passando da un item all'altro:

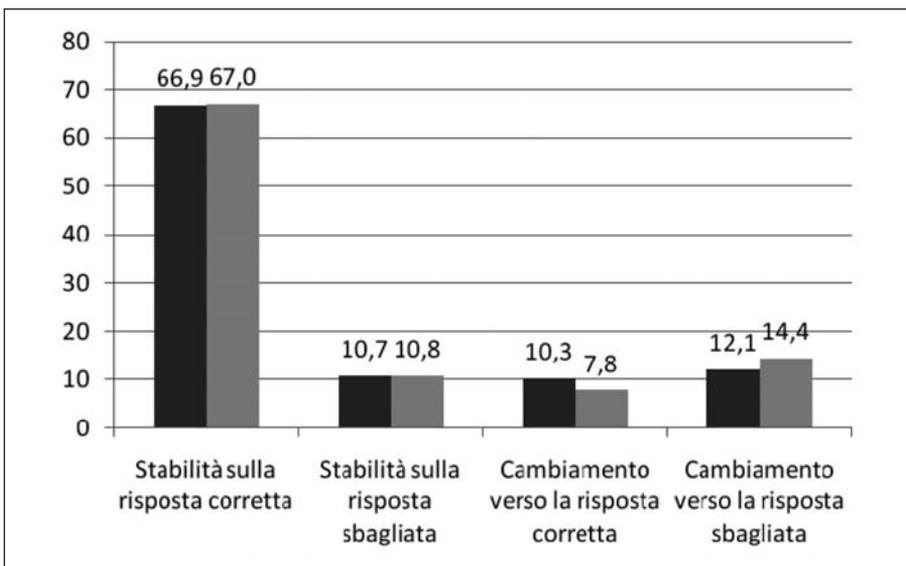
- la stabilità sulla risposta corretta (v. ad esempio l'item relativo alla corretta gestione dei rifiuti radioattivi – cfr. Graf. 4.10.); talvolta maggiore nel GS;
- la stabilità sulla risposta sbagliata (v. ad esempio l'item relativo all'esposizione a radiazioni ionizzanti da parte dei lavoratori presso stabilimenti di cure termali – cfr. Graf. 4.20.): spesso maggiore nel GC;
- il cambiamento verso la risposta sbagliata.

Al fine di semplificare la lettura dei dati contenuti nelle tabelle di contingenza e nei grafici a barre raggruppate (di cui l'insieme complessivo è riportato in Allegato 6), sono state costruite due tavole sinottiche (cfr. Tabb. 4.62.-4.63.), una per il GS e una per il GC, in cui, per ciascun item, vengono presentate le percentuali in ordine a:

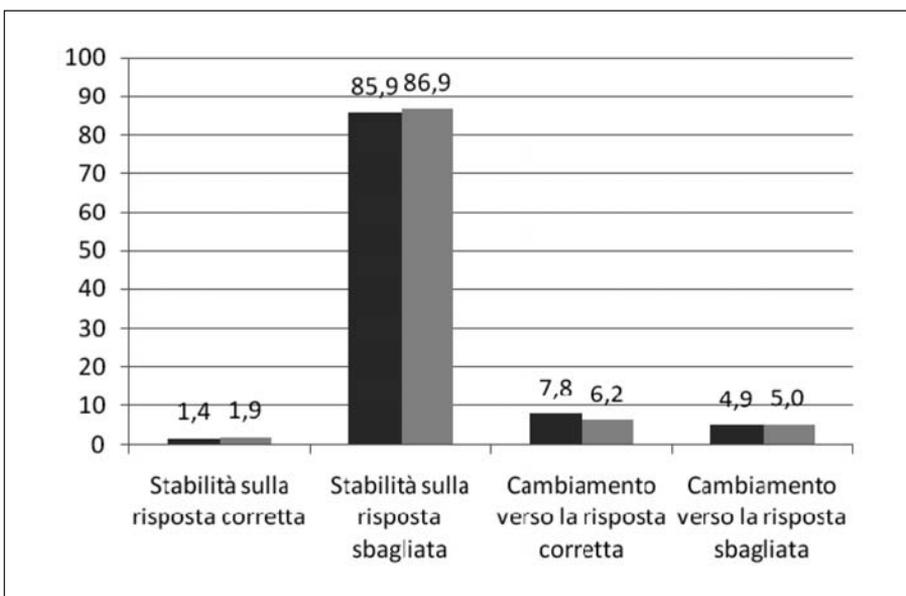
1. risposte sbagliate al  $T_1$ : in ciascuno dei due sottoinsiemi gli item sono disposti in ordine decrescente partendo dalla percentuale più elevata di risposte sbagliate al  $T_1$ <sup>11</sup>. In tal modo, è possibile comprendere agevolmente quali siano stati, a monte, i quesiti recepiti dal campione come particolarmente complessi, tanto da totalizzare in sede di prima compilazione del questionario un numero anche molto elevato (superiore al 90%) di risposte sbagliate<sup>12</sup>. Confrontando i

<sup>11</sup> Accanto ad ogni item figura anche la numerazione della domanda di riferimento nel questionario.

<sup>12</sup> A questo proposito, sono state colorate di grigio scuro tutte le percentuali dal 60% in su, di grigio chiaro quelle che si collocano in un'area intermedia (40-60% circa di risposte sbagliate al  $T_1$ ), di grigio ancora più chiaro quelle inferiori al 40% (che denotano una competenza diffusa su specifici temi in partenza, cioè al di là dell'esperienza di compilazione del questionario e dell'eventuale fruizione dell'intervento formativo).



Graf. 4.10. – Importanza della corretta gestione dei rifiuti radioattivi ( $T_1/T_2$ ) in base all'appartenenza della scuola al GS/GC



Graf. 4.20. – Soggetti esposti: lavoratori presso stabilimenti termali ( $T_1/T_2$ ) in base all'appartenenza della scuola al GS/GC

due campioni in analisi, possiamo concludere che, seppure le due graduatorie non coincidano perfettamente, i due gruppi reagiscono in prima battuta ai singoli item in modo equivalente, considerando nell'insieme più o meno complessi i medesimi quesiti. D'altra parte, gli scarti percentuali, a parità di item, tra GS e GC, sono sempre molto contenuti (cfr. Cap. 3).

2. Cambiamento verso la risposta corretta: tale forma di mutamento, che denota un miglioramento delle competenze sul tema della radioattività, caratterizza in forma più diffusa e più intensa il GS, sia con riferimento ai quesiti recepiti come particolarmente complessi al T<sub>1</sub>, sia rispetto agli altri<sup>13</sup>.
3. Cambiamento verso la risposta sbagliata: tale forma di mutamento, che denota un peggioramento delle competenze sul tema della radioattività, caratterizza in forma più diffusa e più intensa quasi sistematicamente il GC<sup>14</sup>.

Tab. 4.62. - Risposte sbagliate al T<sub>1</sub>, Cambiamento verso la risposta corretta, Cambiamento verso la risposta sbagliata per singolo item del test di competenza (GS)

GS	Risposta sbagliata T <sub>1</sub>	Cambiamento verso la risposta corretta	Cambiamento verso la risposta sbagliata
	Percentuale	Percentuale	Percentuale
D17_11 Soggetti particolarmente esposti alle radiazioni ionizzanti: lavoratori presso stabilimenti per cure termali	93,7	7,7	4,9
D17_12 Soggetti particolarmente esposti alle radiazioni ionizzanti: piloti di voli intercontinentali	84,6	13,8	9,7
D19 Rischio principale legato all'uso di energia nucleare	80,2	14,4	10,4
D18_4 Comportamento di protezione dalla radioattività: al mare esporsi ai raggi solari con gradualità e creme protettive	79,7	10,3	13,4
D20_4 Emergenza radiologica (azione protettiva): controllo degli accessi alle zone interessate da parte delle Autorità di pubblica sicurezza, al fine di evitare la fuoriuscita di persone contaminate e quindi contagiose	78,1	11,2	11,2
D15 Principio di ottimizzazione in materia di protezione dalle radiazioni	77,8	16,7	14,0

*continua*

<sup>13</sup> Sono state colorate di grigio chiaro le celle contenenti valori superiori al 20%.

<sup>14</sup> In tal caso sono state colorate di grigio scuro le celle contenenti valori superiori al 20%.

segue Tab. 4.62. – Risposte sbagliate al T<sub>1</sub>, Cambiamento verso la risposta corretta, Cambiamento verso la risposta sbagliata per singolo item del test di competenza (GS)

GS	Risposta sbagliata T <sub>1</sub>	Cambiamento verso la risposta corretta	Cambiamento verso la risposta sbagliata
	Percentuale	Percentuale	Percentuale
D20_8 Emergenza radiologica (azione protettiva): ingestione, sotto stretto controllo medico, di composti di iodio stabile per evitare o limitare l'assorbimento di iodio radioattivo da parte dei reni	77,6	19,8	11,2
D18_3 Comportamento di protezione dalla radioattività: smettere di fumare	76,5	25,7	8,9
D20_2 Emergenza radiologica (azione protettiva): prescrizione di frequenti controlli ecografici alle donne in gravidanza	74,7	22,5	11,1
D17_2 Soggetti particolarmente esposti alle radiazioni ionizzanti: antennisti	74,2	15,1	12,7
D17_10 Soggetti particolarmente esposti alle radiazioni ionizzanti: abitanti in case costruite con pietre di tufo vulcanico	72,5	34,7	7,6
D20_9 Emergenza radiologica (azione protettiva): utilizzo di creme protettive a schermo totale al fine di contenere l'assorbimento di radiazioni da parte della pelle	72,1	14,3	15,8
D18_1 Comportamento di protezione dalla radioattività: arieggiare spesso le stanze	71,9	32,8	8,1
D10 Definizione delle radiazioni ionizzanti (caratteristiche)	70,7	18,1	19,3
D20_11 Emergenza radiologica (azione protettiva): prescrizione di diete ad alto contenuto di vitamina C	69,7	19,2	13,4
D8 Definizione delle radiazioni ionizzanti	66,1	20,3	17,7
D20_5 Emergenza radiologica (azione protettiva): riparo all'interno di edifici con porte e finestre chiuse e impianti di ventilazione con aspirazione dall'esterno spenti	66,0	20,7	17,0

continua

segue Tab. 4.62. – Risposte sbagliate al T<sub>1</sub>, Cambiamento verso la risposta corretta, Cambiamento verso la risposta sbagliata per singolo item del test di competenza (GS)

GS	Risposta sbagliata T <sub>1</sub>	Cambiamento verso la risposta corretta	Cambiamento verso la risposta sbagliata
	Percentuale	Percentuale	Percentuale
D20_7 Emergenza radiologica (azione protettiva): ingestione, sotto stretto controllo medico, di composti di iodio stabile per evitare o limitare l'assorbimento di iodio radioattivo da parte della tiroide	64,7	19,1	15,8
D18_9 Comportamento di protezione dalla radioattività: assumere sistematicamente delle pasticche protettive nel caso di professioni esposte	64,5	17,1	14,4
D9 Definizione delle radiazioni non ionizzanti	63,6	22,8	15,8
D18_7 Comportamento di protezione dalla radioattività: affondare le scorie radioattive a non meno di 70 miglia di distanza dalla terra ferma	62,4	15,0	17,7
D17_7 Soggetti particolarmente esposti alle radiazioni ionizzanti: pazienti sottoposti a controlli ecografici	60,6	12,9	20,3
D13 Effetti associati all'esposizione a radiazioni ionizzanti	59,1	19,6	14,8
D14 Effetti delle radiazioni ionizzanti	57,8	27,1	10,4
D20_6 Emergenza radiologica (azione protettiva): riparo all'interno di edifici con porte e finestre chiuse e impianti di ventilazione con aspirazione dall'esterno accesi per favorire il ricircolo dell'aria	54,9	17,1	19,4
D18_10 Comportamento di protezione dalla radioattività: predisporre finestre con doppi vetri negli edifici	52,7	14,5	19,0
D17_1 Soggetti particolarmente esposti alle radiazioni ionizzanti: tecnici informatici	52,3	14,9	21,4
D22 Principali fonti di pericolo di una centrale nucleare	48,0	19,8	18,4

segue Tab. 4.62. – Risposte sbagliate al T<sub>1</sub>, Cambiamento verso la risposta corretta, Cambiamento verso la risposta sbagliata per singolo item del test di competenza (GS)

GS	Risposta sbagliata T <sub>1</sub>	Cambiamento verso la risposta corretta	Cambiamento verso la risposta sbagliata
	Percentuale	Percentuale	Percentuale
D20_10 Emergenza radiologica (azione protettiva): protezione e controllo della catena alimentare da parte delle Autorità sanitarie	47,8	15,7	19,3
D11 Emissione delle radiazioni ionizzanti	46,9	23,7	16,4
D12 Origine delle sostanze radioattive	45,3	22,8	11,7
D17_13 Soggetti particolarmente esposti alle radiazioni ionizzanti: macchinisti di treni ad alta velocità	43,7	18,1	17,8
D17_5 Soggetti particolarmente esposti alle radiazioni ionizzanti: tecnici di centrali idroelettriche	43,6	13,6	19,0
D18_11 Comportamento di protezione dalla radioattività: lavarsi accuratamente nel caso di contatto con materiali radioattivi	41,0	17,1	16,7
D17_6 Soggetti particolarmente esposti alle radiazioni ionizzanti: pazienti in cura radioterapica	39,8	20,1	10,9
D20_3 Emergenza radiologica (azione protettiva): abbattimento degli alberi delle zone interessate	39,8	16,2	19,5
D17_8 Soggetti particolarmente esposti alle radiazioni ionizzanti: abitanti nei pressi di una centrale a carbone	38,0	13,5	25,4
D7 La radioattività è un fenomeno per cui:	37,1	21,6	9,8
D17_3 Soggetti particolarmente esposti alle radiazioni ionizzanti: tecnici radiologi in ambito sanitario	36,7	20,9	12,7
D20_12 Emergenza radiologica (azione protettiva): decontaminazione e rimozione delle sostanze radioattive eventualmente depositate su superfici esposte	32,2	14,1	16,7

continua

segue Tab. 4.62. – Risposte sbagliate al T<sub>1</sub>, Cambiamento verso la risposta corretta, Cambiamento verso la risposta sbagliata per singolo item del test di competenza (GS)

GS	Risposta sbagliata T <sub>1</sub>	Cambiamento verso la risposta corretta	Cambiamento verso la risposta sbagliata
	Percentuale	Percentuale	Percentuale
D18_5 Comportamento di protezione dalla radioattività: ricorrere a controlli radiologici e trattamenti di medicina nucleare solo in caso di necessità	31,8	16,0	13,8
D20_13 Emergenza radiologica (azione protettiva): evacuazione della popolazione residente nell'area interessata dall'emergenza	31,3	11,6	18,1
D20_1 Emergenza radiologica (azione protettiva): controllo degli accessi alle zone interessate da parte delle Autorità di pubblica sicurezza, al fine di limitare l'afflusso di persone	30,0	16,0	14,4
D21 Definizione di reattore nucleare	22,5	12,2	9,2
D18_2 Comportamento di protezione dalla radioattività: seguire una dieta vegetariana	21,8	12,1	12,8
D18_8 Comportamento di protezione dalla radioattività: indossare tute, maschere e accessori di protezione nel caso di professioni esposte	21,4	10,6	12,7
D16 Importanza della corretta gestione dei rifiuti radioattivi	21,2	10,3	12,1
D18_6 Comportamento di protezione dalla radioattività: ritrattare i rifiuti radioattivi e custodirli in idonei depositi	18,7	11,3	10,7
D17_4 Soggetti particolarmente esposti alle radiazioni ionizzanti: tecnici di impianti nucleari	12,0	8,8	7,6

Tab. 4.63. – Risposte sbagliate al T<sub>1</sub>, Cambiamento verso la risposta corretta, Cambiamento verso la risposta sbagliata per singolo item del test di competenza (GC)

GC	Risposta sbagliata T <sub>1</sub>	Cambiamento verso la risposta corretta	Cambiamento verso la risposta sbagliata
	Percentuale	Percentuale	Percentuale
D17_11 Soggetti particolarmente esposti alle radiazioni ionizzanti: lavoratori presso stabilimenti per cure termali	93,0	6,2	5,0
D17_12 Soggetti particolarmente esposti alle radiazioni ionizzanti: piloti di voli intercontinentali	86,4	7,9	8,2
D15 Principio di ottimizzazione in materia di protezione dalle radiazioni	81,4	14,6	11,6
D17_10 Soggetti particolarmente esposti alle radiazioni ionizzanti: abitanti in case costruite con pietre di tufo vulcanico	81,2	22,3	6,4
D18_3 Comportamento di protezione dalla radioattività: smettere di fumare	81,1	13,6	8,1
D18_4 Comportamento di protezione dalla radioattività: al mare esporsi ai raggi solari con gradualità e creme protettive	79,9	11,0	11,5
D20_8 Emergenza radiologica (azione protettiva): ingestione, sotto stretto controllo medico, di composti di iodio stabile per evitare o limitare l'assorbimento di iodio radioattivo da parte dei reni	79,6	15,5	11,7
D19 Rischio principale legato all'uso di energia nucleare	77,9	9,3	12,1
D20_4 Emergenza radiologica (azione protettiva): controllo degli accessi alle zone interessate da parte delle Autorità di pubblica sicurezza, al fine di evitare la fuoriuscita di persone contaminate e quindi contagiose	76,9	11,7	12,8
D18_1 Comportamento di protezione dalla radioattività: arieggiare spesso le stanze	76,1	18,8	8,1
D20_2 Emergenza radiologica (azione protettiva): prescrizione di frequenti controlli ecografici alle donne in gravidanza	72,6	16,4	11,5
D20_9 Emergenza radiologica (azione protettiva): utilizzo di creme protettive a schermo totale al fine di contenere l'assorbimento di radiazioni da parte della pelle	71,8	15,0	18,4

continua

segue Tab. 4.G3. – Risposte sbagliate al T<sub>1</sub>, Cambiamento verso la risposta corretta, Cambiamento verso la risposta sbagliata per singolo item del test di competenza (GC)

GC	Risposta sbagliata T <sub>1</sub>	Cambiamento verso la risposta corretta	Cambiamento verso la risposta sbagliata
	Percentuale	Percentuale	Percentuale
D10 Definizione delle radiazioni ionizzanti (caratteristiche)	70,1	13,9	16,4
D17_2 Soggetti particolarmente esposti alle radiazioni ionizzanti: antennisti	69,8	12,7	16,0
D20_11 Emergenza radiologica (azione protettiva): prescrizione di diete ad alto contenuto di vitamina C	67,1	16,0	16,2
D8 Definizione delle radiazioni ionizzanti	65,8	17,5	17,3
D18_7 Comportamento di protezione dalla radioattività: affondare le scorie radioattive a non meno di 70 miglia di distanza dalla terra ferma	65,5	11,7	14,7
D20_5 Emergenza radiologica (azione protettiva): riparo all'interno di edifici con porte e finestre chiuse e impianti di ventilazione con aspirazione dall'esterno spenti	65,0	14,9	14,8
D20_7 Emergenza radiologica (azione protettiva): ingestione, sotto stretto controllo medico, di composti di iodio stabile per evitare o limitare l'assorbimento di iodio radioattivo da parte della tiroide	64,6	16,8	16,3
D9 Definizione delle radiazioni non ionizzanti	64,2	18,2	18,4
D13 Effetti associati all'esposizione a radiazioni ionizzanti	61,9	16,7	15,7
D18_9 Comportamento di protezione dalla radioattività: assumere sistematicamente delle pasticche protettive nel caso di professioni esposte	60,9	11,7	20,6
D17_7 Soggetti particolarmente esposti alle radiazioni ionizzanti: pazienti sottoposti a controlli ecografici	59,0	14,6	17,6
D17_1 Soggetti particolarmente esposti alle radiazioni ionizzanti: tecnici informatici	53,4	16,5	17,8
D14 Effetti delle radiazioni ionizzanti	53,1	13,8	17,3
D12 Origine delle sostanze radioattive	53,0	19,1	13,1

continua

segue Tab. 4.G3. – Risposte sbagliate al T<sub>1</sub>, Cambiamento verso la risposta corretta, Cambiamento verso la risposta sbagliata per singolo item del test di competenza (GC)

GC	Risposta sbagliata T <sub>1</sub>	Cambiamento verso la risposta corretta	Cambiamento verso la risposta sbagliata
	Percentuale	Percentuale	Percentuale
D20_6 Emergenza radiologica (azione protettiva): riparo all'interno di edifici con porte e finestre chiuse e impianti di ventilazione con aspirazione dall'esterno accesi per favorire il ricircolo dell'aria	52,8	14,4	19,4
D22 Principali fonti di pericolo di una centrale nucleare	51,6	17,1	20,1
D18_10 Comportamento di protezione dalla radioattività: predisporre finestre con doppi vetri negli edifici	51,0	15,4	21,7
D20_10 Emergenza radiologica (azione protettiva): protezione e controllo della catena alimentare da parte delle Autorità sanitarie	49,1	14,1	19,8
D11 Emissione delle radiazioni ionizzanti	47,9	19,2	17,4
D17_5 Soggetti particolarmente esposti alle radiazioni ionizzanti: tecnici di centrali idroelettriche	43,7	13,8	18,8
D17_6 Soggetti particolarmente esposti alle radiazioni ionizzanti: pazienti in cura radioterapica	43,3	18,6	11,1
D17_3 Soggetti particolarmente esposti alle radiazioni ionizzanti: macchinisti di treni ad alta velocità	42,9	15,1	19,1
D18_11 Comportamento di protezione dalla radioattività: lavarsi accuratamente nel caso di contatto con materiali radioattivi	41,7	14,1	14,4
D17_8 Soggetti particolarmente esposti alle radiazioni ionizzanti: abitanti nei pressi di una centrale a carbone	41,0	12,3	21,1
D20_3 Emergenza radiologica (azione protettiva): abbattimento degli alberi delle zone interessate	37,8	12,5	22,3
D7 La radioattività è un fenomeno per cui:	37,8	17,8	13,6
D17_3 Soggetti particolarmente esposti alle radiazioni ionizzanti: tecnici radiologi in ambito sanitario	37,2	17,5	13,6
D20_12 Emergenza radiologica (azione protettiva): decontaminazione e rimozione delle sostanze radioattive eventualmente depositate su superfici esposte	32,4	12,4	19,8

continua

segue Tab. 4.G3. – Risposte sbagliate al T<sub>1</sub>, Cambiamento verso la risposta corretta, Cambiamento verso la risposta sbagliata per singolo item del test di competenza (GC)

GC	Risposta sbagliata T <sub>1</sub>	Cambiamento verso la risposta corretta	Cambiamento verso la risposta sbagliata
	Percentuale	Percentuale	Percentuale
D18_5 Comportamento di protezione dalla radioattività: ricorrere a controlli radiologici e trattamenti di medicina nucleare solo in caso di necessità	31,6	13,3	15,0
D20_1 Emergenza radiologica (azione protettiva): controllo degli accessi alle zone interessate da parte delle Autorità di pubblica sicurezza, al fine di limitare l'afflusso di persone	30,6	14,0	15,0
D20_13 Emergenza radiologica (azione protettiva): evacuazione della popolazione residente nell'area interessata dall'emergenza	28,4	10,6	21,6
D21 Definizione di reattore nucleare	21,9	9,0	11,8
D18_8 Comportamento di protezione dalla radioattività: indossare tute, maschere e accessori di protezione nel caso di professioni esposte	19,6	7,5	13,4
D16 Importanza della corretta gestione dei rifiuti radioattivi	18,6	7,8	14,4
D18_6 Comportamento di protezione dalla radioattività: ritrattare i rifiuti radioattivi e custodirli in idonei depositi	17,0	7,6	14,1
D18_2 Comportamento di protezione dalla radioattività: seguire una dieta vegetariana	15,9	7,4	19,0
D18_4 Soggetti particolarmente esposti alle radiazioni ionizzanti: tecnici di impianti nucleari	10,7	6,1	9,9

#### 4.4. L'analisi del cambiamento attraverso confronti dicotomici

Le analisi poc'anzi presentate, condotte per singolo item, si collocano ad un livello di sintesi dei dati piuttosto basso, non essendo mirate a misurare in senso globale il cambiamento. Approfondendo l'analisi appena condotta nel modo che si descriverà, se qualcosa si perde in termini di immediatezza di lettura, molto si guadagna in analiticità e dettaglio di informazioni ricavabili; attraverso tale metodica, infatti, è possibile non solo valutare in generale gli esiti della campagna, ma anche cogliere la rispondenza di ogni singola domanda all'obiettivo per il quale essa è stata progettata, ed individuare quali aree del questionario, quindi quali temi, siano risultati particolarmente ostici alla comprensione dei ragazzi; tutto ciò sempre nell'ottica di valorizzare le indicazioni provenienti dai dati, al fine di progettare, nel caso di una replica

della ricerca, un intervento formativo ancora più efficace.

L'interesse principale è ora quello di capire se i miglioramenti e i peggioramenti nel tempo siano distribuiti in maniera casuale fra i due gruppi, oppure seguano un andamento conforme alle ipotesi del disegno sperimentale. A tal fine, si procederà all'esame delle frequenze derivanti da ciascun incrocio trivariato ottenibile a partire dal test di competenza, utilizzando, come già visto in precedenza, ciascun item al  $T_1$  e al  $T_2$  e distinguendo tra GS e GC.

Per comprendere meglio la logica impiegata, si osservi, a titolo di esempio, la distribuzione delle percentuali di risposta rispetto alla domanda n.10<sup>15</sup> (cfr. Tab. 4.64.):

Tab. 4.64. - Risposte sbagliate e corrette alla domanda n. 10 nei due test (percentuali di riga e colonna) per gruppo di appartenenza

Appartenenza della scuola al GS/GC				La radioattività è un fenomeno per cui: $T_2$		Totale
				Risposta sbagliata	Risposta corretta	
GS	La radioattività è un fenomeno per cui: $T_1$	Risposta sbagliata	N	133	185	318
			% $T_1$	41,8	<b>58,2</b>	100,0
			% $T_2$	61,3	29,2	37,4
		Risposta corretta	N	84	449	533
			% $T_1$	15,8	84,2	100,0
			% $T_2$	<b>38,7</b>	70,8	62,6
	Totale		N	217	634	851
			% $T_1$	25,5	74,5	100,0
			% $T_2$	100,0	100,0	100,0
GC	La radioattività è un fenomeno per cui: $T_1$	Risposta sbagliata	N	179	160	339
			% $T_1$	52,8	<b>47,2</b>	100,0
			% $T_2$	59,1	26,7	37,5
		Risposta corretta	N	124	440	564
			% $T_1$	22,0	78,0	100,0
			% $T_2$	<b>40,9</b>	73,3	62,5
	Totale		N	303	600	903
			% $T_1$	33,6	66,4	100,0
			% $T_2$	100,0	100,0	100,0

<sup>15</sup> La numerazione degli item cui si fa riferimento in questo paragrafo è quella corrispondente al questionario del secondo test per il GS, consultabile in Allegato 3.

Dall'esame della tabella sopra riportata è possibile trarre una serie di informazioni utili circa i risultati connessi con la somministrazione della variabile sperimentale. Come si può evincere osservando le singole celle, lo studio del cambiamento si fonda su quattro tipi di confronti fra i due gruppi, ottenibili dalla combinazione fra il carattere della risposta fornita dai soggetti (giusta o sbagliata) e i due test. Se esaminiamo, infatti, la distribuzione congiunta, possiamo notare che, per ciascun gruppo, lungo la diagonale principale, ritroviamo la dimensione della stabilità di risposta nelle due occasioni (entrambe sbagliate o entrambe corrette), mentre sulla diagonale secondaria, che è quella che qui interessa maggiormente, si collocano i soggetti per i quali è stato registrato un peggioramento o un miglioramento nel tempo sulla specifica domanda. Affiancando allora due variabili dicotomiche (risposta giusta/sbagliata e primo test/secondo test) e svolgendo sui due gruppi le quattro comparazioni possibili, si procede all'esame di conformità rispetto all'andamento suggerito dalle ipotesi di partenza, quindi all'espressione di un giudizio sull'esito della campagna fondato sui dati della ricerca.

Soffermando l'attenzione sui confronti di maggior rilievo per gli obiettivi perseguiti, si può affermare che, affinché si ottenga un esito dell'indagine conforme alle aspettative del ricercatore, è necessario riscontrare nella tabella su riportata le seguenti quattro situazioni:

- fra i soggetti del GS che abbiano fornito una risposta sbagliata al primo test, la quota percentuale di coloro che abbiano risposto correttamente al secondo deve essere maggiore di quella corrispondente nel GC (celle in grassetto); si definisce l'esito di tale confronto *miglioramento prospettivo*;
- fra i soggetti del GS che abbiano fornito una risposta corretta al secondo test, la quota percentuale di coloro che al primo abbiano risposto in modo erroneo deve essere maggiore di quella corrispondente nel GC (celle in corsivo); si definisce l'esito di tale confronto *miglioramento retrospettivo*;
- fra i soggetti del GS che abbiano fornito una risposta corretta al primo test, la quota percentuale di coloro che abbiano risposto erroneamente al secondo deve essere minore di quella corrispondente nel GC (celle evidenziate in grigio chiaro); si denomina l'esito di tale confronto *peggioramento prospettivo*;
- fra i soggetti del GS che abbiano fornito una risposta sbagliata al secondo test, la quota percentuale di coloro che al primo abbiano risposto in modo corretto deve essere minore di quella corrispondente nel GC (celle evidenziate in grigio scuro); si definisce l'esito di tale confronto *peggioramento retrospettivo*.

Le espressioni utilizzate per etichettare ciascun tipo di osservazione (miglioramento/peggioramento prospettivo/retrospettivo) si basano sulla situazione sperimentale adottata quale punto di vista temporale per svolgere i confronti del caso. Il controllo dell'andamento di queste quattro osservazioni deve essere supportato anzitutto dalla ragionevole confidenza nel rifiuto dell'ipotesi nulla di distribuzione casuale: per tale motivo, va condotto per ciascun item e per entrambi i gruppi il test del  $\chi^2$ ; in secondo luogo, è necessario accertarsi della significatività della differenza fra le coppie di percentuali che di volta in volta vengono fra loro accostate, operazione che può essere svolta tramite applicazione del *t-test*.

Nella tavola sinottica sottostante, dunque, per ognuno dei 49 item e per ciascun tipo di confronto, vengono riportate le differenze percentuali fra i due gruppi rispetto alle celle corrispondenti, la significatività delle stesse e l'esito del test d'indipendenza. Sono riportate in grassetto le risultanze positive, cioè le evidenze in

linea con le ipotesi dell'esperimento, sono colorate di grigio quelle negative, mentre non sono colorate, né evidenziate in altro modo, le differenze trascurabili. A tal proposito, si precisa che, data l'ampia numerosità campionaria, il valore soglia di significatività scelto è  $\alpha \leq 1\%$ : essendo, infatti, l'entità della statistica  $F$  proporzionale alla dimensione campionaria, è opportuno in questo caso abbassare il limite di tolleranza solitamente posto al 5% [cfr. Keppel, Saufley jr., Tokunaga, 1992, p. 160]<sup>16</sup>.

Tab. 4.65. – Differenze percentuali, significatività e test d'indipendenza per singolo item: analisi del cambiamento attraverso confronti dicotomici

D.		Miglioramento prospettivo	Miglioramento retrospettivo	Peggioramento prospettivo	Peggioramento retrospettivo	GS $\chi^2$	GC $\chi^2$
D.10	Diff.%	<b>10.98</b>	2.51	<b>-6.23</b>	-2.21	0.000	0.000
	$\alpha$	<b>0.005</b>	0.472	<b>0.009</b>	0.453		
D.11	Diff.%	4.61	5.41	1.43	1.26	0.006	0.007
	$\alpha$	0.084	0.066	0.726	0.726		
D.12	Diff.%	<b>7.71</b>	2.36	-7.53	-0.87	0.000	0.000
	$\alpha$	<b>0.006</b>	0.43	0.06	0.81		
D.13	Diff.%	5.86	<b>13.25</b>	10.19	4.01	0.000	0.000
	$\alpha$	0.015	<b>0.000</b>	0.019	0.294		
D.14	Diff.%	<b>10.9</b>	4.05	-2.38	<b>3.82</b>	0.000	0.000
	$\alpha$	<b>0.002</b>	0.23	0.44	0.24		
D.15	Diff.%	<b>14.35</b>	-1.11	-6.35	6.31	0.000	0.000
	$\alpha$	<b>0.000</b>	0.73	0.03	0.04		
D.16	Diff.%	5.87	-0.12	-5.24	1.27	0.000	0.000
	$\alpha$	0.037	0.986	0.159	0.704		
D.17	Diff.%	<b>20.45</b>	<b>13.99</b>	<b>-11.75</b>	-4.9	0.000	0.000
	$\alpha$	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>	0.129		
D.18	Diff.%	3.65	-1.05	0.12	3.94	0.000	0.000
	$\alpha$	0.087	0.674	0.984	0.322		
D.19	Diff.%	7.25	3.08	-1.94	-3.46	0.000	0.000
	$\alpha$	0.177	0.379	0.332	0.194		

continua

<sup>16</sup> Più precisamente, nel nostro caso, il valore di  $t$  non viene calcolato a partire da varianze, bensì da frequenze. Tuttavia, le frequenze  $f$  nel calcolo della statistica vengono considerate alle stregua di variabili  $x$ , per cui è lecito affermare che le nostre frequenze di riferimento ( $F_1$  e  $F_2$ ) siano interpretabili come medie  $X_1$  e  $X_2$  dei due campioni considerati indipendenti. Inoltre, data l'ampia numerosità campionaria, per il teorema del limite centrale, la distribuzione della v.a.  $F_1 - F_2$ , coincidente, come appena richiamato, con quella della v.a.  $X_1 - X_2$ , è normale (cfr. Fraire e Rizzi, 2004, pp. 428-32; Blalock jr., tr. it. 1969, pp. 288-92).

segue Tab. 4.65. – Differenze percentuali, significatività e test d'indipendenza per singolo item: analisi del cambiamento attraverso confronti dicotomici

D.		Miglioramento prospettivo	Miglioramento retrospettivo	Peggioramento prospettivo	Peggioramento retrospettivo	GS $\chi^2$	GC $\chi^2$
D.20.1	Diff.%	-2.78	-0.32	6.96	3.78	0.000	0.000
	$\alpha$	0.358	0.92	0.043	0.194		
D.20.2	Diff.%	1.91	6.74	-3.17	-4.31	0.000	0.000
	$\alpha$	0.39	0.017	0.484	0.238		
D.20.3	Diff.%	<b>10.54</b>	2.97	-1.73	4.18	0.000	0.000
	$\alpha$	<b>0.007</b>	0.401	0.487	0.162		
D.20.4	Diff.%	16.04	3.11	-2.4	1.1	0.000	0.000
	$\alpha$	0.007	0.435	0.116	0.638		
D.20.5	Diff.%	-0.05	0.19	1.47	1.29	0.000	0.000
	$\alpha$	0.992	0.952	0.624	0.674		
D.20.6	Diff.%	7.22	0.05	-1.42	4.33	0.000	0.000
	$\alpha$	0.051	0.992	0.562	0.142		
D.20.7	Diff.%	-3.38	2.07	8.92	1.69	0.000	0.000
	$\alpha$	0.197	0.497	0.019	0.503		
D.20.8	Diff.%	5.86	2.93	5.37	<b>8.45</b>	0.000	0.000
	$\alpha$	0.103	0.379	0.073	<b>0.006</b>		
D.20.9	Diff.%	<b>20.56</b>	-0.96	-6.23	7.26	0.000	0.000
	$\alpha$	<b>0.000</b>	0.719	0.18	0.038		
D.20.10	Diff.%	1.58	<b>7.7</b>	5.2	0.06	0.000	0.000
	$\alpha$	0.226	<b>0.000</b>	0.522	0.992		
D.20.11	Diff.%	<b>7.53</b>	<b>13.35</b>	3.93	2.5	0.000	0.000
	$\alpha$	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>	0.522	0.522		
D.20.12	Diff.%	7	3.85	-1.45	1.16	0.000	0.000
	$\alpha$	0.049	0.25	0.624	0.711		
D.21.1	Diff.%	<b>21.17</b>	<b>8.56</b>	-4.26	5.02	0.000	0.000
	$\alpha$	<b>0.000</b>	<b>0.002</b>	0.332	0.135		
D.21.2	Diff.%	10.08	5.5	<b>-5.73</b>	<b>-10.47</b>	0.000	0.000
	$\alpha$	0.07	0.144	<b>0.007</b>	<b>0.000</b>		
D.21.3	Diff.%	<b>16.75</b>	<b>8.24</b>	-4.62	4.25	0.000	0.000
	$\alpha$	<b>0.000</b>	<b>0.002</b>	0.368	0.226		
D.21.4	Diff.%	-0.58	3.8	8.61	2.04	0.000	0.000
	$\alpha$	0.749	0.153	0.097	0.589		
D.21.5	Diff.%	7.66	3.09	-1.26	1.24	0.000	0.000
	$\alpha$	0.07	0.379	0.596	0.677		

continua

segue Tab. 4.65. – Differenze percentuali, significatività e test d'indipendenza per singolo item: analisi del cambiamento attraverso confronti dicotomici

D.		Miglioramento prospettivo	Miglioramento retrospettivo	Peggioramento prospettivo	Peggioramento retrospettivo	GS $\chi^2$	GC $\chi^2$
D.21.6	Diff.%	<b>15.39</b>	3.74	-3.95	-1.18	0.000	0.000
	$\alpha$	<b>0.007</b>	0.308	0.038	0.654		
D_21.7	Diff.%	<b>6.23</b>	5.79	4.26	5.66	0.000	0.000
	$\alpha$	<b>0.01</b>	0.049	0.28	0.097		
D.21.8	Diff.%	11.49	4.07	-0.33	1.41	0.000	0.000
	$\alpha$	0.029	0.238	0.865	0.603		
D.21.9	Diff.%	<b>7.37</b>	5.98	<b>-12.3</b>	-6.29	0.000	0.000
	$\alpha$	<b>0.004</b>	0.047	<b>0.002</b>	0.072		
D.21.10	Diff.%	-2.45	-1.94	-3.89	-4.43	0.000	0.000
	$\alpha$	0.418	0.542	0.254	0.18		
D.21.11	Diff.%	8.22	4.72	3.29	6.52	0.000	0.000
	$\alpha$	0.023	0.15	0.23	0.032		
D.22	Diff.%	<b>6.45</b>	<b>12.1</b>	-2.82	-1.19	0.000	0.000
	$\alpha$	<b>0.001</b>	<b>0.000</b>	0.603	0.757		
D.23.1	Diff.%	8.48	2.27	-0.73	4.07	0.000	0.000
	$\alpha$	0.051	0.529	0.757	0.159		
D.23.2	Diff.%	<b>7.69</b>	<b>10.95</b>	2.23	0.59	0.000	0.000
	$\alpha$	<b>0.002</b>	<b>0.000</b>	0.631	0.865		
D.23.3	Diff.%	7.96	4.8	-3.44	-1.5	0.000	0.000
	$\alpha$	0.033	0.159	0.238	0.624		
D.23.4	Diff.%	1.51	1.97	-3.99	-1.67	0.000	0.000
	$\alpha$	0.453	0.472	0.43	0.653		
D.23.5	Diff.%	<b>8.88</b>	<b>12.82</b>	7.65	4.55	0.000	0.000
	$\alpha$	<b>0.001</b>	<b>0.000</b>	0.06	0.201		
D.23.6	Diff.%	4.11	6.62	2.79	0.65	0.000	0.000
	$\alpha$	0.168	0.037	0.424	0.849		
D.23.7	Diff.%	3.4	2.8	-0.97	0.35	0.000	0.000
	$\alpha$	0.204	0.347	0.81	0.92		
D.23.8	Diff.%	5.71	1.15	-5.45	0.81	0.000	0.000
	$\alpha$	0.011	0.66	0.294	0.834		
D.23.9	Diff.%	-0.75	-4.77	-7.98	-3.29	0.000	0.000
	$\alpha$	0.741	0.089	0.075	0.395		
D.23.10	Diff.%	3.96	1.01	-1.96	1.3	0.000	0.000
	$\alpha$	0.215	0.757	0.549	0.689		

continua

segue Tab. 4.65. – Differenze percentuali, significatività e test d'indipendenza per singolo item: analisi del cambiamento attraverso confronti dicotomici

D.		Miglioramento prospettivo	Miglioramento retrospettivo	Peggioramento prospettivo	Peggioramento retrospettivo	GS $\chi^2$	GC $\chi^2$
D.23.11	Diff.%	3.48	4.36	-4.66	-3.12	0.000	0.000
	$\alpha$	0.171	0.134	0.276	0.384		
D.23.12	Diff.%	4.76	1.05	-4.41	-2.3	0.000	0.000
	$\alpha$	0.254	0.764	0.087	0.43		
D.23.13	Diff.%	-0.38	1.02	-3.6	-6.55	0.000	0.000
	$\alpha$	0.928	0.764	0.165	0.022		
D.24	Diff.%	<b>14.46</b>	3.83	-36	-0.7	0.000	0.000
	$\alpha$	<b>0.005</b>	0.276	0.073	0.795		
D.25	Diff.%	8.36	-0.26	-5.96	2.78	0.000	0.000
	$\alpha$	0.012	0.936	0.073	0.401		

Come si può notare agevolmente, l'esame complessivo dell'esito dei confronti effettuati conferma un sostanziale allineamento con le ipotesi di ricerca, quindi un avanzamento delle competenze a favore del GS. Appare, inoltre, altrettanto evidente, data la numerosità di celle non colorate, che l'entità di tale mutamento sia in ogni modo ristretta: infatti, su 196 osservazioni possibili, le differenze appaiono trascurabili nell'84% dei casi circa, a fronte di 31 riscontri positivi ed uno solo in direzione contraria a quanto ci si poteva attendere.

Approfondendo tale analisi, ci si può chiedere se gli esiti registrati siano riferibili in particolare ad una sezione tematica del questionario d'indagine piuttosto che ad un'altra. Tale riflessione, oltre ad avere una indubbia valenza teorica, ha anche l'importanza pratica di fornire indicazioni puntuali, nel caso di una replica dell'intervento formativo, circa le parti risultate di più difficile comprensione da parte dei ragazzi coinvolti.

La lista delle domande poste può essere ripartita in 4 macro-aree (cfr. Par. 1.3):

- 13 item (nell'Allegato 3, dalla domanda 10 alla 19, più le domande 22, 24 e 25) riguardano il fenomeno della radioattività nelle sue caratteristiche generali (definizioni, fonti di pericolo, rischi legati all'utilizzo di energia nucleare e allo smaltimento delle scorie, ecc.);
- 12 item (la batteria della domanda 20) si riferiscono all'individuazione dei soggetti particolarmente esposti alle radiazioni;
- 11 item (la batteria della domanda 21) si connettono con i comportamenti di radioprotezione;
- 13 item (la batteria della domanda 23) valutano le competenze sulle azioni da mettere in pratica in caso di emergenza radiologica.

Nelle 4 macro-aree tematiche, notiamo che il miglioramento dei ragazzi non è equamente distribuito. Infatti, la migliore performance viene registrata nella prima sezione (8 domande con almeno un'osservazione positiva su 13 item totali), la peggiore nella quarta (solo 3 domande con almeno un'osservazione positiva su 13

totali); nella seconda area, invece, si registrano 4 domande con almeno un'osservazione positiva ed una domanda con un'osservazione negativa su 12, mentre nella terza abbiamo 6 domande con almeno un'osservazione positiva su 11 complessive. È, quindi, evidente che le lezioni degli esperti ISPRA abbiano avuto effetti modesti soprattutto con riferimento ai temi dell'emergenza radiologica e all'esposizione di particolari soggetti al rischio radioattivo, mentre, l'intervento può considerarsi sostanzialmente riuscito per quanto riguarda i comportamenti protettivi e, ancor di più, le caratteristiche generali del fenomeno. D'altro canto, data la complessità del tema trattato e, di conseguenza, il livello di difficoltà delle domande poste, nonché, in taluni casi, il clima non proprio favorevole allo svolgimento delle lezioni (cfr. Par. 6.1.), non poteva attendersi ragionevolmente un miglioramento eclatante delle competenze sul tema da parte degli intervistati.

#### 4.5. L'analisi delle competenze nel tempo: indici a confronto

L'analisi dell'evoluzione nel tempo delle competenze sul tema della radioattività si è affrontata attraverso la messa a punto e l'utilizzo di più misure sintetiche, tutte, in modo complementare, capaci di confermare il successo diffuso della campagna di informazione – e ciò in presenza di dati dotati di una solidità tale da evidenziare forte stabilità e “resistenza” al complesso di manipolazioni statistiche effettuate – ma, contemporaneamente, ciascuna connessa a precisi obiettivi ed in grado di condurre a specifici risultati.

Nel dettaglio, al fine di giungere ad una prima misura sintetica della competenza sul tema dei rischi da esposizione a fonti di radiazione ionizzanti, si è proceduto alla costruzione di un *indice additivo*<sup>17</sup>. L'indice finale, presentato per semplicità in decimi, oscilla tra 0 e circa 8 (nella versione originaria analitica tra 0 e 1,633 al  $T_1$  e tra 0 e 1,714 al  $T_2$ ), sia nel GS che nel GC ; ciò significa che il massimo dei punteggi ottenibile (10) non si è empiricamente riscontrato, né nella prima, né nella seconda rilevazione.

Si presentano di seguito due versioni semplificate dell'indice, una a nove, l'altra a quattro livelli. Le modalità di ricodifica adottate hanno prodotto in ciascuna occasione di trasformazione della variabile originaria un sistema di classi non sempre di uguale ampiezza; ciò stante l'obiettivo di non procedere all'applicazione di un

---

<sup>17</sup> Prima di impostare, per ciascun caso, la somma dei punteggi ottenuti sui 49 item in analisi, è stata realizzata un'operazione di ricodifica delle variabili coinvolte; più precisamente, è stato attribuito punteggio 2 a tutte le risposte corrette, punteggio 0 a quelle sbagliate (incluso anche i “non so”). Al fine di introdurre nella costruzione dell'indice – in un'ottica di “salvataggio” del maggior numero di casi possibile – anche gli studenti campionati caratterizzati da una o più mancate risposte rispetto alle domande del test (ovviamente scartando i casi connotati da un eccessivo numero di mancate risposte, ma classificando rispetto alla misura sintetica tutti gli altri; diversamente, si sarebbero persi tutti i casi caratterizzati anche da una sola mancata risposta delle 49), sono state riempite con il valore 0 le celle precedentemente contenenti il codice riferito ai *missing* (l'unico valore che, contemporaneamente, consente di non trattare un caso come *missing* e non ha alcuna ripercussione sull'esito dell'operazione della somma dei punteggi). Successivamente, il punteggio finale ottenuto per ciascun caso è stato rapportato in modo standard (la regola è quindi stata applicata anche a coloro che presentavano mancate risposte) al totale degli item riferiti al test di competenza (49).

criterio di semplificazione puramente matematico, ma, piuttosto, rispettoso dei dati contestualmente rilevati. D'altra parte, come già ricordato, il massimo dei punteggi ottenibile non è rappresentato, anzi, per meglio dire, il massimo empirico è piuttosto distante dal massimo teorico, la media campionaria tende verso il basso, la distribuzione risulta essere complessivamente sbilanciata.

Come si può agevolmente cogliere leggendo le due Tabelle sottostanti (cfr. Tabb. 4.66-4.67.), l'una più articolata, l'altra più compatta, per ogni sottogruppo in analisi si delineano tre aree di interesse:

- quella colorata di grigio: si tratta, come ricordato in legenda, dei dati legati al miglioramento, cioè dei passaggi, tra una rilevazione e l'altra, a punteggi di competenza più elevati. In questo caso, il GS si caratterizza per un maggior volume complessivo di spostamenti in positivo dal  $T_1$  al  $T_2$  (29% sul totale vs. 18,2% del GC), ma anche per una maggiore incidenza dei forti balzi in avanti, cioè dei passaggi da punteggi bassi a punteggi alti (ciò non può che far pensare agli effetti positivi, in termini di apprendimento, connessi alla lezione degli esperti ISPRA);
- la diagonale principale: si tratta delle percentuali legate alla stabilità, cioè della collocazione tra una rilevazione e l'altra nella medesima area di punteggio (sia il GS che il GC si caratterizzano per una percentuale complessiva legata alla stabilità superiore al 50%). A questo proposito, si può evidenziare che la stabilità sui punteggi elevati contraddistingue in misura maggiore il GS, quella sui punteggi bassi il GC;
- quella (in bianco) posta al di sopra della diagonale principale: si tratta dei dati legati al peggioramento, cioè dei passaggi, tra una rilevazione e l'altra, a punteggi di competenza più bassi. Simmetricamente rispetto a quanto richiamato al primo punto, il GS si caratterizza per un minor volume complessivo di spostamenti in negativo dal  $T_1$  al  $T_2$  (16,6% vs. 23,8%), ma anche per una minore incidenza dei forti balzi indietro, cioè dei passaggi da punteggi alti a punteggi bassi.

Le medesime considerazioni, a fronte di un dato decisamente più sintetico e semplificato, valgono per le informazioni riportate nella tabella in cui viene presentato l'indice in una versione ricodificata a 4 livelli.

Tab. 4.66. – Punteggio test di competenza sul tema della radioattività (9 livelli) T<sub>2</sub> \* Punteggio test di competenza sul tema della radioattività

Appartenenza della scuola al GS/GC		Punteggio test di competenza sul tema della radioattività (9 livelli): T <sub>2</sub>									Punteggio test di competenza sul tema della radioattività (9 livelli): T <sub>1</sub>			Totale	
		0-1	1,1-2	2,1-3	3,1-4	4,1-5	5,1-5,5	5,6-6	6,1-7	7,1-8					
GS	Punteggio test di competenza sul tema della radioattività (9 livelli): T <sub>2</sub>	0-1	25,0	21,2	1,7	2,0	0,4	1,1							2,0
		1,1-2	25,0	18,2	13,8	4,0	1,7						1,0		3,4
		2,1-3	12,4	18,2	17,2	14,1	3,9	3,3	1,4						6,3
		3,1-4	12,5	18,2	22,5	26,8	11,8	5,6	7,7	1,0	4,2				12,5
		4,1-5	12,5	15,2	24,2	29,0	36,4	27,8	13,3	10,7	16,7				24,5
		5,1-5,5		3,0	10,3	10,7	15,7	14,4	10,5	7,8					11,2
		5,6-6	6,3	3,0	6,9	10,1	15,7	18,9	28,6	15,5	4,2				15,6
		6,1-7	6,3	3,0	1,7	2,0	11,8	25,6	28,0	47,5	20,8				17,8
	7,1-8			1,7	1,3	2,6	3,3	10,5	16,5	54,1				6,7	
	Totale		100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	
GC	Punteggio test di competenza sul tema della radioattività (9 livelli): T <sub>2</sub>	0-1	36,3	34,6	8,1	3,4					3,1	0,8			3,2
		1,1-2	27,3	23,1	6,5	7,3	0,7			1,1					3,2
		2,1-3	9,1	30,8	38,6	16,8	7,9	1,1	2,3	0,8					9,9
		3,1-4	9,1	3,8	32,3	31,2	23,6	9,9	6,2	1,7					17,9
		4,1-5	18,2	7,7	8,1	30,7	40,6	38,4	27,2	12,7					28,8
		5,1-5,5			3,2	4,5	12,9	18,7	8,5	7,6					9,1
		5,6-6			1,6	5,0	11,4	19,8	24,8	25,5	25,0				13,8
		6,1-7			1,6	1,1	2,9	6,6	24,0	41,6	43,7				11,4
	7,1-8						4,4	3,9	9,3	31,3				2,7	
	Totale		100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	

Area evidenziata in grigio: miglioramento a T<sub>2</sub>

Tab. 4.67. – *Punteggio test di competenza sul tema della radioattività (4 livelli) T<sub>2</sub> \**  
*Punteggio test di competenza sul tema della radioattività (4 livelli) T<sub>1</sub> in base*  
*all'appartenenza della scuola al GS/GC*

Appartenenza della scuola al GS/GC			Punteggio test di competenza sul tema della radioattività (4 livelli): T <sub>1</sub>				Totale
			0 - 2	2,1 - 4	4,1 - 5,5	5,6 - 8	
GS	Punteggio test di competenza sul tema della radioattività (4 livelli): T <sub>2</sub>	0 - 2	42,8	8,7	1,9	0,4	5,4
		2,1 - 4	32,7	40,5	13,8	5,6	18,8
		4,1 - 5,5	16,3	38,2	49,2	21,1	35,6
		5,6 - 8	8,2	12,6	35,1	72,9	40,2
	Totale	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	
GC	Punteggio test di competenza sul tema della radioattività (4 livelli): T <sub>2</sub>	0 - 2	59,5	11,6	0,8	1,9	6,4
		2,1 - 4	29,7	54,0	26,4	5,3	27,7
		4,1 - 5,5	10,8	29,0	54,4	26,6	37,9
		5,6 - 8		5,4	18,3	66,2	28,0
	Totale	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	

Area evidenziata in grigio: **miglioramento a T<sub>2</sub>**

Allo scopo di predisporre una misura unica relativa alla competenza sul tema dei rischi da esposizione a fonti di radiazione ionizzanti, che tenesse conto dell'eventuale cambiamento di stato passando dal T<sub>1</sub> al T<sub>2</sub>, è stato costruito un indice per sottrazione. Più analiticamente, per ogni caso è stato calcolato lo scarto tra il punteggio totale di competenza ottenuto al T<sub>2</sub> e quello raggiunto al T<sub>1</sub>. Nelle tabelle successive viene presentata una versione semplificata dell'indice<sup>18</sup>, in cui:

- i peggiorati rappresentano coloro che si caratterizzano per scarti di segno negativo (quindi hanno totalizzato al T<sub>2</sub> un punteggio complessivo più basso rispetto al T<sub>1</sub>);
- gli stabili in negativo e gli stabili in positivo sono quanti, avendo totalizzato tra una rilevazione e l'altra pressoché lo stesso punteggio totale, si caratterizzano in un caso per un lievissimo peggioramento, nell'altro per un altrettanto lieve miglioramento<sup>19</sup>;

<sup>18</sup> A questo livello di analisi, all'interno del gruppo dei peggiorati rientrano tutti coloro rispetto ai quali si è registrato un cambiamento in negativo, sia esso stato forte piuttosto che modesto; allo stesso modo, all'interno del gruppo dei migliorati rientrano tutti i rispondenti rispetto ai quali si è registrato un cambiamento in positivo, di qualunque entità esso sia stato. In ogni caso, è bene ricordare che lo scopo principale della campagna informativa dell'ISPRa era quello di produrre un cambiamento in positivo; in tal senso, qualunque progresso, anche quello più contenuto, specie in relazione ad un tema tanto complesso e specialistico come quello della radioattività, si può considerare un successo dell'intervento degli esperti.

<sup>19</sup> Più avanti (cfr. par. 4.8. e Cap. 5), per questo motivo, verrà utilizzata una versione dicotomica dell'indice, in cui gli "stabili in negativo" vengono assimilati ai "peggiorati" e gli "stabili in positivo" ai migliorati.

- i migliorati sono coloro che si caratterizzano per scarti di segno positivo (quindi hanno totalizzato al  $T_2$  un punteggio complessivo più elevato rispetto al  $T_1$ ). La tabelle che seguono (cfr. Tabb. 4.68-4.69) ci consentono di cogliere i principali risultati ottenuti:
- il peggioramento riguarda complessivamente in misura maggiore il GC (49,6% vs. 35,7%); parimenti, il miglioramento soprattutto il GS (56,2% vs. 42,4%);
- le percentuali legate alla stabilità sono identiche nei due gruppi in analisi;
- tutte le scuole del GS presentano percentuali più elevate di miglioramento rispetto a quelle del GC, così come, simmetricamente, tutte le scuole del GC presentano percentuali più elevate di peggioramento rispetto a quelle del GS;
- tutti gli istituti scolastici del GS coinvolti nell'indagine (a parte qualche eccezione) presentano percentuali più consistenti di miglioramento rispetto al GC; in ogni caso, all'interno del GS emergono dei contesti di eccellenza (percentuali superiori al 70%), in cui, evidentemente, l'intervento formativo ha avuto particolare successo (cfr. dati sul clima dell'intervento, Cap. 6);
- il fenomeno del peggioramento, complessivamente più incisivo nel GC, è comunque in questo sottoinsieme particolarmente variabile, raggiungendo in alcuni casi anche picchi superiori al 70%.

Tab. 4.68. - Scarto punteggi al test di competenza ( $T_2-T_1$ ) in base all'appartenenza della scuola al GS/GC

		Appartenenza della scuola al GS/GC		Totale
		GS	GC	
<b>Scarto test di competenza <math>T_2 - T_1</math> (analitica)</b>	Peggiorati	35,8	49,6	42,9
	Stabili in negativo	4,1	4,1	4,1
	Stabili in positivo	3,9	3,9	3,9
	Migliorati	56,2	42,4	49,1
Totale		845	912	1757
		100,0	100,0	100,0

Tab. 4.69. – Scarto punteggi al test di competenza ( $T_2-T_1$ ) \* Istituto scolastico in base all'appartenenza della scuola al GS/GC

Appartenenza della scuola al gruppo GS/GC			Scarto test di competenza $T_2-T_1$ [dicotomica]		
			Peggiorati	Migliorati	Totale
GS	Scuola	Liceo classico Cornelio Tacito	45,3	54,7	100,0
		IPSSAR via Cesare Lombroso 118	38,1	61,9	100,0
		ITIS via Cesare Lombroso 120	45,9	54,1	100,0
		Istituto magistrale Fratelli Maccari	40,9	59,1	100,0
		IPSIA Galileo Galilei	52,2	47,8	100,0
		ITC Leonardo da Vinci	28,4	71,6	100,0
		Liceo scientifico E. Majorana	25,0	75,0	100,0
		IIS Sani-Salvemini	43,7	56,3	100,0
		ITIS G. Marconi	41,9	58,1	100,0
		Liceo classico Mariano Buratti	31,5	68,5	100,0
		IPSIA G. Marconi	35,4	64,6	100,0
		ITC P. Savi	55,2	44,8	100,0
	Totale			337	508
			39,9	60,1	100,0
GC	Scuola	Liceo scientifico Archimede	44,1	55,9	100,0
		IPSCT Stendhal (sede Borromeo)	44,8	55,2	100,0
		ITIS Enrico Fermi	48,6	51,4	100,0
		Liceo classico N. Turriziani	52,3	47,7	100,0
		IPSS Angeloni	50,0	50,0	100,0
		ITG Brunelleschi	59,5	40,5	100,0
		Liceo classico Dante Alighieri	49,0	51,0	100,0
		IPAA San Benedetto	70,9	29,1	100,0
		ITC Galilei	47,2	52,8	100,0
		Liceo scientifico P. Ruffini	48,1	51,9	100,0
		ISS F. Orioli	57,8	42,2	100,0
		Istituto Magistrale Santa Rosa	72,2	27,8	100,0
	Totale			489	423
			53,6	46,4	100,0

Infine, con l'obiettivo di accostare ai dati presentati in precedenza anche una misura più sensibile e particolareggiata del cambiamento sul piano delle competenze sul tema della radioattività, capace di dar conto del tipo di peggioramento, di miglioramento o di stabilità prodottosi nel passaggio dal  $T_1$  al  $T_2$ , è stata messa a punto, attraverso la procedura della costruzione/riduzione dello spazio di attributi, una tipologia del mutamento nel tempo dei punteggi ottenuti al test di competenza.

Concretamente, si è proceduto ad incrociare l'indice legato al punteggio di competenza al  $T_1$  con l'indice al  $T_2$ , entrambi nella loro versione a quattro modalità; sono emersi 16 tipi possibili, semplificati (come è possibile cogliere agevolmente nella

tabella sottostante, osservando i numeri inseriti nelle celle) in 10 tipi finali (cfr. peso percentuale di ogni tipo). Le etichette assegnate ai tipi emersi (due forme di stabilità, quattro forme di peggioramento e quattro forme di miglioramento) sono riportate in leggenda (cfr. Tab. 4.70.).

Tab. 4.70. - Analisi del mutamento nel tempo dei punteggi ottenuti al test di competenza: costruzione/riduzione dello spazio di attributi

		Punteggio test di competenza sul tema della radioattività (4 livelli): T <sub>1</sub>				Totale
		0-2	2,1-4	4,1-5,5	5,6-8	
Punteggio test di competenza sul tema della radioattività (4 livelli): T <sub>2</sub>	0-2	<b>1</b> 2,5	<b>8</b> 2,6	<b>4</b> 0,5	<b>4</b> 0,3	104 5,9
	2,1-4	<b>5</b> 1,5	<b>1</b> 12,2	<b>9</b> 8,1	<b>4</b> 1,7	412 23,5
	4,1-5,5	<b>3</b> 0,7	<b>6</b> 8,5	<b>2</b> 20,5	<b>10</b> 7,2	647 36,9
	5,5-8	<b>3</b> 0,2	<b>3</b> 2,2	<b>7</b> 10,2	<b>2</b> 21,1	594 33,7
Totale		86 4,9	448 25,5	690 39,3	533 30,3	1757 100,0

1. Stabilità sui bassi punteggi
2. Stabilità sugli alti punteggi
3. Forte miglioramento dai bassi agli alti punteggi
4. Forte peggioramento dagli alti ai bassi punteggi
5. Debole miglioramento nell'area dei bassi punteggi
6. Debole miglioramento dai bassi agli alti punteggi
7. Debole miglioramento nell'area degli alti punteggi
8. Debole peggioramento nell'area dei bassi punteggi
9. Debole peggioramento dagli alti ai bassi punteggi
10. Debole peggioramento nell'area degli alti punteggi

Nella tabella che segue (cfr. Tab. 4.71.) si possono cogliere le differenze emerse confrontando il GS con il GC. Si tratta in particolare dei seguenti aspetti:

- la stabilità sui bassi punteggi riguarda in misura maggiore il GC;
- il forte miglioramento dal basso verso l'alto contraddistingue in special modo il GS (si tratta dei forti balzi in avanti, dei grossi progressi in quanto a competenze);
- anche il debole miglioramento nell'area degli alti punteggi (non potrebbe essere altrimenti considerando che il massimo punteggio ottenuto in entrambe le rilevazioni è pari a circa 8) è associato in modo significativo al GS;
- il debole peggioramento dagli alti ai bassi punteggi è una caratteristica più diffusa nel GC.

Tab. 4.71. – Analisi del mutamento nel tempo dei punteggi ottenuti al test di competenza in base all'appartenenza della scuola al GS/GC

		Appartenenza della scuola al GS/GC		Totale
		GS	GC	
<b>Analisi del mutamento nel tempo dei punteggi ottenuti al test di competenza</b>	Stabilità sui bassi punteggi	105	152	257
		12,4	16,7	14,7
	Stabilità sugli alti punteggi	354	376	730
		42,0	41,1	41,6
	Forte Miglioramento dai bassi agli alti punteggi	38	17	55
		4,5	1,9	3,1
	Forte Peggioramento dagli alti ai bassi punteggi	22	22	44
		2,6	2,4	2,5
	Debole Miglioramento nell'area dei bassi punteggi	16	11	27
		1,9	1,2	1,5
	Debole Miglioramento dai bassi agli alti punteggi	79	70	149
9,3		7,7	8,5	
Debole Miglioramento nell'area degli alti punteggi	112	68	180	
	13,3	7,5	10,2	
Debole Peggioramento nell'area dei bassi punteggi	18	28	46	
	2,1	3,1	2,6	
Debole Peggioramento dagli alti ai bassi punteggi	44	98	142	
	5,2	10,7	8,1	
Debole Peggioramento nell'area degli alti punteggi	57	70	127	
	6,7	7,7	7,2	
Totale		845	912	1757
		100,0	100,0	100,0

$p=.000$

Nelle tabelle successive si possono, inoltre, cogliere, sempre distinguendo il GS dal GC, le connessioni tra gli istituti scolastici coinvolti nella ricerca e i singoli tipi individuati (cfr. Tabb. 4.72.-4.73., in cui, per motivi di spazio i tipi sono indicati con i numeri da 1 a 10). Specie con riferimento alle modalità riferite al fenomeno del cambiamento in positivo – i quattro tipi di miglioramento – è interessante, ancora una volta, operare opportuni confronti percentuali tra scuole coinvolte nel progetto di formazione sul tema della radioattività e scuole escluse. Analiticamente, partendo dalle due forme di stabilità riscontrate, nel GS, per la stabilità sui bassi punteggi (media complessivamente più contenuta del 12,4%), si registra il picco dell'IPSA Mattei di Latina con il 32,9%, nel GC (media: 16,7%) si riscontrano due valori percentuali particolarmente elevati con riferimento all'IPSS Angeloni di Frosinone e all'IPSC T Stendhal di Roma (33,9% e 29,3%). Per la stabilità sugli alti punteggi (rispetto a cui ha la meglio, in senso lato, il contesto di Latina, sia per il GS che per il GC), nel GS (media: 42%) spiccano il Liceo classico Buratti di Viterbo (60,8%), il Liceo scientifico Majorana e l'ITIS Marconi di Latina (61,3% e 59,7%) e nel GC l'ITC Galilei e il Liceo classico Alighieri di Latina (58,3% e 56,2%), e l'ITIS Fermi di Roma (51,4% – media: 41,1%). Rispetto al forte miglioramento dai bassi agli alti punteggi, nel GS (media 4,5%) si evidenziano in particolare i casi di due istituti professionali, l'IPSA Galilei di Frosinone (15,3%) e l'IPSSAR via Lombroso di Roma (9,5%), nel GC (media: 1,9%) quelli del Liceo scientifico Canonica (6,3%) e

dell'ISS Orioli (6,3%), entrambi collocati a Viterbo. All'interno del debole miglioramento nell'area dei bassi punteggi per il GS (media: 1,9%) presentano le percentuali più alte (tra 4% e 5%) tre istituti professionali, l'IPSSAR via Lombroso di Roma, l'IPSIA Galilei di Frosinone e l'IPSIA Mattei di Latina; nella stessa area, invece, nulla da segnalare nello specifico per il GC (media: 1,2%). Proseguendo con il debole miglioramento dal basso verso l'alto, nel GS (media: 9,3%) presentano i valori più elevati l'ITC da Vinci di Frosinone (16%), l'IPSSAR via Lombroso di Roma (15,9%), l'Istituto magistrale Fratelli Maccari di Frosinone (13,6%); nel GC (media: 7,7%) si segnalano i casi dell'IPSS Angeloni di Frosinone (16,1%) e dell'IPSCST Stendhal di Roma (12,1%). Rispetto al debole miglioramento nell'area degli alti punteggi, nel GS (media: 13,3%) si registrano i picchi di tre realtà liceali, rispettivamente il Liceo scientifico Majorana di Latina (18,8%), l'Istituto magistrale Fratelli Maccari di Frosinone (18,2%), il Liceo classico Buratti di Viterbo (17,4%), nel GC (media: 7,5%) quelli di due scuole di Latina, l'ITC Galilei e il Liceo classico Alighieri (13,9% e 13,3%). Restano da segnalare le associazioni degne di nota riscontrate nell'area del peggioramento, articolata nei suoi 4 tipi. Per il forte peggioramento dagli alti ai bassi punteggi, ottengono le percentuali più elevate nel GS (media: 2,6%) l'IPSIA Galilei di Frosinone (8,7%) e l'ITC Savi di Viterbo (8%); nel GC (media: 2,4%) ha la percentuale più alta l'Istituto magistrale Santa Rosa (6,2%). Rispetto alla modalità del debole peggioramento dagli alti ai bassi punteggi, nel GS (media: 5,2%) non figurano particolari istituti scolastici da segnalare, nel GC (media: 10,7%) si evidenzia ancora una volta il caso dell'Istituto magistrale Santa Rosa (21,6%). Con riferimento al debole peggioramento nell'area dei bassi punteggi, nel GS (media: 2,1%) si evidenzia la situazione dell'IPSIA Galilei di Frosinone (13%), nel GC (media: 3,1%) quella dell'IPAA San Benedetto di Latina (9,1%). Nessuna associazione da segnalare, infine, in relazione al debole peggioramento nell'area degli alti punteggi (media GS: 6,7%; media GC: 7,7%).

Le Tabb. 4.72.-4.73. costituiscono un importante anello di congiunzione rispetto al Capitolo 5, in cui l'analisi del mutamento verrà affrontata introducendo, accanto alla X, quali fattori di inibizione, ovvero di spinta al progresso delle competenze, ulteriori variabili-chiavi di lettura disponibili nella matrice dei dati. Verranno presentati, con l'obiettivo di esplicitare in quali specifiche condizioni empiriche l'intervento formativo abbia funzionato di più, 4 indici di miglioramento (risultati sostanzialmente intercambiabili), costruiti in due casi sulla base della tipologia a 10 profili poc'anzi presentata e, in altri due, assumendo come riferimento la variabile-scarto nella sua versione dicotomica (migliorati vs. peggiorati).

Tab. 4.72. - Analisi del mutamento nel tempo dei punteggi ottenuti al test di competenza \* Istituto scolastico (GS)

	Scuola											Totale	
	Liceo classico Cornelio Tacito	IPSSAR via Cesare Lombroso 118	ITIS via Cesare Lombroso 120	Istituto magistrale Fratelli Maccari	IPSIA Galileo Galilei	ITC Da Vinci	Liceo scientifico E. Majorana	IPSIA Mattei	ITIS G. Marconi	Liceo classico Buratti	IPSIA G. Marconi		ITC P. Savi
1	8	10	10		8	7	1	21	5	4	9	12	105
	8,4	15,9	16,4	15,2	17,4	8,7	1,3	32,9	8,1	4,3	18,8	13,8	12,4
2	40	21	21	24	8	32	49	12	37	56	15	39	354
	42,0	33,2	34,3	36,4	17,4	39,6	61,1	18,8	59,7	60,9	31,1	44,9	42,0
3	5	6	4		7	4	4	2	1	2	3		38
	5,3	9,5	6,6		15,3	4,9	5,0	3,1	1,6	2,2	6,3		4,5
4	3		2		4			2	2	1	1	7	22
	3,2		3,3		8,7			3,1	3,2	1,1	2,1	8,0	2,6
5	1	3		2		1		3	1	0	1	2	16
	1,1	4,8		3,0	4,3	1,2		4,7	1,6	0,0	2,1	2,3	1,9
6	7	10	7	9	1	13	4	7	4	6	5	6	79
	7,4	15,9	11,5	13,6	2,2	16,0	5,0	10,9	6,5	6,5	10,4	6,9	9,3
7	16	3	6	12	3	13	15	7	7	16	6	8	112
	16,8	4,8	9,8	18,2	6,5	16,0	18,8	10,9	11,3	17,4	12,5	9,2	13,3
8		1		1	6	3		3	1		2	1	18
		1,6		1,5	13,0	3,7		4,7	1,6		4,2	1,1	2,1
9	5	6	4	3	4	5	2	5	1	2	1	6	44
	5,3	9,5	6,6	4,5	8,7	6,2	2,5	7,8	1,6	2,2	2,1	6,9	5,2
10	10	3	7	5	3	3	5	2	3	5	5	6	57
	10,5	4,8	11,5	7,6	6,5	3,7	6,3	3,1	4,8	5,4	10,4	6,9	6,7
Totale	95	63	61	66	46	81	80	64	62	92	48	87	845
	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Tab. 4.73. - Analisi del mutamento nel tempo dei punteggi ottenuti al test di competenza \* Istituto scolastico [GC]

	Scuola											Totale
	Liceo scientifico Archimede	IPSCT Stendhal	ITIS Fermi	Liceo classico Turri-ziani	IPSS Angeloni	ITG Brunelleschi	Liceo classico Dante Alighieri	IPAA San Benedetto	ITC Galilei	Liceo scientifico Canonica	ISS Orioli	
1	13	17	6	15	21	12	7	13	7	9	15	17
2	47	18	37	39	11	31	55	15	42	34	15	32
3	50,5	31,1	51,4	44,3	17,7	41,8	56,2	27,2	58,3	43,0	23,4	33,2
4		2		1			1	3		5	4	1
5	4	3,4	1	1,1	1	2	3	1		6,3	6,3	1,0
6	4,3		1,4	1,1	1,6	2,7	3,1	1,8		3		6
7	3	2			1	2	1			3,8		6,2
8	3,2	3,4			1,6	2,7	1,0			1		1
9	4	7	6	6	10	7	4	3	4	5	7	7
10	4,3	12,1	8,3	6,8	16,1	9,5	4,1	5,5	5,6	6,3	10,9	7,2
Totale	93	58	72	88	62	74	98	55	72	79	64	97
	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

#### 4.6. Lo studio del cambiamento con l'ausilio del disegno di Solomon a quattro gruppi

In questo paragrafo si intende considerare una variante del disegno di indagine fin qui seguito al fine di realizzare nuove comparazioni. L'indice sintetico in base al quale è stato possibile impostare tali ulteriori confronti tra GS e GC è l'additivo, nella sua versione analitica e in quella semplificata a quattro livelli, presentato nelle pagine precedenti (cfr. Par. 4.5.).

La variante in questione riprende il disegno sperimentale cosiddetto di Solomon a quattro gruppi (cfr. Campbell e Stanley, 1966; ed. it. 2004; Cook and Campbell, 1979; Solomon, 1949), che può essere rappresentato graficamente come segue – dove O sta ad indicare le osservazioni (le rilevazioni in questo caso) e X l'intervento:

R	O <sub>1</sub>	X	O <sub>2</sub>
R	O <sub>3</sub>		O <sub>4</sub>
R		X	O <sub>5</sub>
R			O <sub>6</sub>

(fonte: Campbell e Stanley, 1966; ed. it. 2004)

Fig. 4.1. – Il disegno di Solomon a quattro gruppi

Tale disegno differisce da quello seguito in questa indagine per due aspetti fondamentali: il numero dei gruppi (quattro anziché due) e la randomizzazione degli stessi (indicata dalla lettera R). Queste due importanti caratteristiche, oltre a farne un disegno sperimentale vero e proprio, lo rendono in grado di controllare potenzialmente tutti i fattori di validità sia interni che esterni. Inoltre, esso è l'unico disegno di indagine a permettere di quantificare con precisione gli effetti del *testing* e del *testing-X* (cfr. a questo proposito il Par. 1.4.), rispettivamente attraverso le comparazioni fra O<sub>4</sub> e O<sub>6</sub> e fra O<sub>2</sub> e O<sub>5</sub>.

Il cosiddetto disegno 5 (secondo la classificazione operata da Campbell e Stanley nel 1966), benché appartenga alla famiglia dei disegni sperimentali, può essere qui utilizzato nel trattare il punteggio al test di competenza per sottocampioni: come dimostrato nel Capitolo 3, infatti, il GS e il GC di questa ricerca possono essere considerati equivalenti nonostante non siano stati costruiti seguendo i ferrei criteri della randomizzazione.

Come si ricorderà, il disegno utilizzato per l'indagine prevedeva, per il GC, la duplice somministrazione dei questionari, e, per il GS, la duplice somministrazione dei questionari inframmezzata dalla partecipazione all'intervento formativo. A partire dalla partecipazione dei soggetti ai suddetti eventi e dall'appartenenza al GS o al GC, è possibile, quindi, identificare quattro differenti gruppi di comparazione costruiti sulla base dello schema sotto riportato:

	Presenza prima rilevazione	Assenza prima rilevazione
GS	$G_1: O_1 \times O_2$	$G_3: X O_5$
GC	$G_2: O_3 \quad O_4$	$G_4: O_6$

Fig. 4.2. – Adattamento del disegno 10 al disegno 5 di Solomon

Lavorare sul disegno 10 “come se fosse” un disegno di Solomon implica, però, che i risultati delle analisi vengano considerati più come indicazioni che come vere e proprie verifiche. Infatti, nonostante le rassicurazioni già fornite circa la sostanziale equivalenza tra GS e GC [cfr. Cap. 3], non bisogna dimenticare che:

1. la presente è un'indagine di tipo quasi-sperimentale con gruppi costruiti senza randomizzazione;
2. i gruppi  $G_3$  e  $G_4$  non sono costruiti indipendentemente da  $G_1$  e  $G_2$  (come pretenderebbe un'indagine progettata secondo i criteri suggeriti da Solomon nel 1949), bensì rappresentano rispettivamente i soggetti del GS (presenti all'intervento formativo e alla seconda rilevazione) e del GC (presenti alla seconda rilevazione) assenti in occasione della prima rilevazione. Si tratta di due gruppi di numerosità notevolmente più bassa rispetto agli altri due (113 vs. 845 per il GS e 129 vs. 912 per il GC) e questo potrebbe rendere le comparazioni meno affidabili.

La tabella 4.74. mostra le differenze esistenti fra i quattro gruppi rispetto al punteggio ottenuto dai soggetti al test di competenza (che, come si ricorderà, varia tra 0 e 1,633 al  $T_1$  e tra 0 e 1,714 al  $T_2$ ; cfr. Par. 4.5.), in termini di valore medio e deviazione standard. La tabella 4.75., invece, mostra l'andamento dello stesso punteggio ricondotto a valori decimali e ricodificato in 4 livelli (cfr. Par. 4.5.) in occasione della seconda rilevazione ( $T_2$ ).

Tab. 4.74. – Media e deviazione standard del punteggio al test di competenza in  $T_2$  nei 4 gruppi

	Presenza prima rilevazione $G_1: O_1 \times O_2$	Assenza prima rilevazione $G_3: X O_5$
GS	Media punteggio test di competenza: 0,98 Deviazione standard punteggio test di competenza: 0,32	Media punteggio test di competenza: 0,92 Deviazione standard punteggio test di competenza: 0,30
GC	$G_2: O_3 \quad O_4$ Media punteggio test di competenza: 0,89 Deviazione standard punteggio test di competenza: 0,31	$G_4: O_6$ Media punteggio test di competenza: 0,79 Deviazione standard punteggio test di competenza: 0,32

Tab. 4.75. – Punteggio al test di competenza in  $T_2$  a quattro livelli nei 4 gruppi

	Presenza prima rilevazione G: $O_1 \times O_2$	Assenza prima rilevazione G: $X \times O_5$
<b>GS</b>	Punteggio test di competenza in decimi: 0-2: 5,4% 2,1-4: 18,8% 4,1-5,5: 35,6% 5,6-8: 40,2%	Punteggio test di competenza in decimi: 0-2: 5,3% 2,1-4: 21,2% 4,1-5,5: 45,2% 5,6-8: 28,3%
<b>GC</b>	Punteggio test di competenza in decimi: 0-2: 6,4% 2,1-4: 27,7% 4,1-5,5: 37,9% 5,6-8: 28,0%	Punteggio test di competenza in decimi: 0-2: 13,2% 2,1-4: 31,0% 4,1-5,5: 34,9% 5,6-8: 20,9%

Come già accennato, uno dei pregi riconosciuti al disegno di Solomon è che, grazie alla presenza di un GS ed un GC non sottoposti a pretest, si rendano determinabili tanto l'effetto principale ascrivibile al *fattore testing* quanto l'interazione fra il *fattore testing* ed  $X$  (la variabile sperimentale/intervento formativo). Si può, pertanto, agevolmente procedere alla verifica di queste due ipotesi rivali rispettivamente della validità interna e di quella esterna, sapendo che il punteggio medio raggiunto in occasione del pretest sia dal GS ( $O_1$ ) sia dal GC ( $O_3$ ) è pari a 0,92.

Le risultanze sperimentali possono essere concettualizzate sotto forma di cinque condizioni di base, che in questo caso appaiono tutte rispettate (cfr. Tab. 4.74):

1.  $O_2 > O_1$ , il punteggio medio al posttest del GS deve essere maggiore di quello dello stesso gruppo al pretest: infatti, il punteggio del  $G_1$  al pretest è pari a 0,92, mentre al posttest cresce, per effetto dell'intervento formativo, fino a 0,98.
2.  $O_2 > O_4$ , il punteggio medio al posttest del GS deve essere maggiore di quello del GC sullo stesso test: a fronte di un punteggio di 0,98 del  $G_1$  al posttest, il GC raggiunge un punteggio al  $T_2$  solo pari a 0,89 (peggiorando rispetto al pretest, in cui aveva raggiunto un punteggio uguale al GS e pari a 0,92). Nel GC aumentano, infatti, al  $T_2$  rispetto al  $T_1$  quanti totalizzano un punteggio basso, fino a 0,80). Inoltre, la tabella 4.75. permette di osservare la distribuzione dei punteggi in decimi, mostrando come la classe di punteggi migliori (da 5,6 a 8) raccolga in  $T_2$  ben il 40,2% dei componenti del  $G_1$  a fronte del solo 28% di quelli del  $G_2$  che non hanno beneficiato dell'intervento formativo. Se è vero che i due gruppi al  $T_1$  erano equivalenti anche dal punto di vista della competenza (cfr. Cap. 3), tanto che si è potuto escludere che abbia agito il fattore *selezione* di invalidità interna (cfr. Par. 1.4.), si può ragionevolmente ritenere che tale differenza fra i punteggi raggiunti dai due gruppi al  $T_2$  sia da imputare all'intervento formativo, di cui i membri del  $G_2$  non hanno usufruito.
3.  $O_5 > O_6$ , il punteggio medio al posttest dei soggetti del GS che non hanno partecipato al pretest, ma hanno preso parte all'intervento formativo, deve essere maggiore del punteggio dei soggetti del GC che hanno svolto solo il posttest: infatti, mentre i primi hanno un punteggio medio sul test di competenza pari a 0,92, i secondi presentano un valore pari a 0,79. Anche in questo caso, il punteggio espresso in decimi permette di osservare come fra i due gruppi che

non hanno partecipato alla prima rilevazione, quello che ha usufruito dell'intervento formativo può vantare una presenza più elevata (28,3%) di studenti nella classe di punteggi più alti rispetto al  $G_4$  (20,9%).

4.  $O_5 > O_3$ , il punteggio medio di posttest dei soggetti del GS che hanno partecipato solo all'intervento formativo e al posttest deve essere maggiore del punteggio al pretest dei soggetti del GC che hanno preso parte sia alla prima sia alla seconda rilevazione: come si può notare, il  $G_3$  raggiunge un valore di 0,92 contro 0,89 del  $G_2$  in occasione della prima rilevazione.
5.  $O_2 - O_4 = O_5 - O_6$ , la differenza di punteggio sul posttest fra i gruppi  $G_1$  e  $G_2$  (che hanno svolto il pretest) deve essere uguale a quella fra i gruppi  $G_3$  e  $G_4$  (che non lo hanno svolto). Tale condizione, sebbene rispettata per il segno positivo di tali differenze, non è completamente confermata per l'intensità: infatti,  $O_2 - O_4 = 0,09$  mentre  $O_5 - O_6 = 0,13$ .

Il rispetto delle prime due condizioni sta ad indicare che le risultanze sperimentali seguono l'andamento previsto, cioè che il GS ha tratto beneficio dall'intervento formativo migliorando la propria competenza in tema di radiazioni ionizzanti ( $O_2$ ) rispetto sia a se stesso al  $T_1$  ( $O_1$ ) sia al GC al  $T_2$  ( $O_4$ ).

Il rispetto delle condizioni terza e quarta permette, in aggiunta, di considerare la precedente conclusione al riparo dalle perturbazioni del *fattore testing*. Come già indicato nel Par. 1.4., la ripetizione di un test implica la possibilità che le prove precedenti producano delle influenze su quelle successive come effetto di acquisizione di una pratica. Ciò implica la necessità di tener presente che una variazione registrata fra pretest e posttest possa non essere dovuta esclusivamente all'intervento della variabile sperimentale, ma anche all'interazione fra il primo ed il secondo test. Il rispetto di queste due condizioni risulta, pertanto, fondamentale per poter escludere che il *fattore testing* abbia potuto invalidare l'esperimento, dal momento che il miglior punteggio raggiunto dal  $G_3$  ( $O_5$ ) rispetto al  $G_4$  ( $O_6$ ) – ma anche al  $G_2$  in occasione del pretest ( $O_3$ ) –, è imputabile esclusivamente all'intervento formativo, non avendo partecipato  $G_3$  e  $G_4$  al pretest.

Il non pieno rispetto della quinta condizione, così come la non perfetta coincidenza fra  $O_5$  e  $O_2$ , possono indurre a ritenere che abbia agito, seppur lievemente, un *effetto reattivo del testing* (cfr. Par. 1.4.), ossia che la somministrazione del pretest possa avere influenzato positivamente la ricezione della variabile sperimentale. Bisogna, però, osservare come la partecipazione alla prima rilevazione abbia parimenti sensibilizzato anche i membri del GC dal momento che il punteggio medio del  $G_2$  in occasione del posttest ( $O_4$ ) è più elevato di quello del  $G_4$ ; tale scarto risulta, addirittura, più elevato per il GC ( $O_4 - O_6 = 0,10$ ) rispetto al GS ( $O_2 - O_5 = 0,06$ ).

Constatato che il GS ottiene nel posttest punteggi maggiori rispetto al GC, resta ora da stimare se tale differenza possa essere statisticamente significativa (cfr. Par. 4.7.).

#### 4.7. Lo studio del cambiamento con l'ausilio dell'analisi della varianza

A chiusura della presente sezione, si propongono i risultati ottenuti attraverso l'applicazione dell'analisi della varianza (ANOVA), che costituisce la famiglia di tecniche più semplice e conosciuta di valutazione di un disegno sperimentale o quasi-sperimentale. In aggiunta alle analisi già svolte, anche attraverso di essa si cercherà di capire se, a seguito dell'intervento, sono riscontrabili differenze significative fra i

gruppi sottoposti o meno a trattamento, e se tali variazioni si muovono nella direzione ipotizzata.

In estrema sintesi, si può ricordare che l'analisi della varianza è un insieme di tecniche statistiche che permette di confrontare due o più gruppi di dati comparando la variabilità *interna* a questi gruppi con la variabilità *tra* i gruppi. L'ipotesi nulla solitamente prevede che i dati di tutti i gruppi abbiano la stessa sorgente e che le differenze osservate siano dovute solo al caso. Si usano queste tecniche quando le variabili esplicative sono di tipo nominale (in questo caso l'appartenenza al GS o al GC).

L'ipotesi alla base dell'analisi della varianza è che dati  $n$  gruppi, sia possibile scomporre la varianza in due componenti: varianza interna ai gruppi (anche detta *within*) e varianza tra i gruppi (*between*). La ragione che spinge a compiere tale distinzione è la convinzione che determinati fenomeni trovino spiegazione in caratteristiche proprie del gruppo di appartenenza (in questo caso l'essere stato esposto all'intervento formativo oppure no). L'analisi della varianza si usa in tal caso per determinare se i due gruppi possono essere considerati significativamente diversi tra loro (la varianza *between* contribuisce significativamente alla varianza totale) o, viceversa, risultano omogenei (la varianza *within* contribuisce significativamente a quella totale). In altre parole, il confronto si basa sull'idea che, se la variabilità interna ai gruppi è relativamente elevata rispetto a quella tra i gruppi, allora probabilmente la differenza tra questi gruppi è soltanto il risultato della variabilità interna. Il più noto insieme di tecniche si basa sul confronto della varianza e usa variabili di test distribuite come la variabile casuale  $F$  di Snedecor<sup>20</sup>. Le diverse tecniche vengono suddivise a seconda che il modello preveda:

- una sola variabile indipendente;
- più di una variabile indipendente.

Il primo tipo, ossia l'analisi della varianza a una via, considera una sola variabile dipendente (in questo caso il punteggio ottenuto dagli studenti al test di competenza sul tema della radioattività) e una variabile indipendente (qui l'appartenenza al GS o al GC).

Essa scompone la varianza (la variabilità rispetto alla media fra i casi dei punteggi ottenuti al test di competenza) in due parti: entro il gruppo (GS o GC) e quella parte dovuta alla variazione fra i gruppi (differenza media fra il punteggio nel GS e quello nel GC). Se la varianza interna è significativamente inferiore a quella esterna, allora esiste una relazione fra l'appartenenza della scuola al GS/GC e il punteggio ottenuto al test di competenza sul tema della radioattività.

È importante tenere presente che tale tipo di analisi può mostrare solamente se, all'interno dello stesso gruppo, si sono avute variazioni fra i due test, oppure se fra gruppi diversi si riscontrano differenze nella medesima occasione.

Sono state realizzate due distinte analisi della varianza di tipo trasversale, che valutano le differenze fra i due gruppi nella medesima occasione ( $T_1$  prima e  $T_2$  dopo) – solo sui casi presenti ad entrambe le rilevazioni per il GC e ad entrambe le rilevazioni e all'intervento formativo per il GS. Il fine di tali analisi è verificare se sul pretest e sul posttest vi siano delle differenze di competenza statisticamente significative fra le medie dei gruppi. L'ipotesi di base è, ovviamente, duplice: da un lato,

---

<sup>20</sup> Il test  $F$  è un test statistico volto a verificare l'ipotesi che due popolazioni normali abbiano la stessa varianza contro l'ipotesi alternativa che le varianze siano diverse.

l'assenza di una distanza marcata sul primo test, poiché, in caso contrario, entrebbe in crisi l'assunto di equivalenza iniziale dei gruppi; dall'altro, un distacco significativo nel secondo test, in buona sostanza determinato dalla somministrazione ad uno dei due gruppi della variabile sperimentale.

La tabella 4.76. mostra che al  $T_1$ , sebbene il GS abbia fatto registrare un punteggio medio superiore a quello dell'intero campione (indicato in tabella dal simbolo +) e il GC uno più basso (indicato in tabella dal simbolo -), la relazione è nulla (infatti la significatività è pari a 0,915<sup>21</sup> e l'eta quadrato a 0,000<sup>22</sup>). Si tratta, infatti, di valori medi molto simili sia fra di loro sia, conseguentemente, rispetto al valore medio relativo all'intera popolazione: per il GS il valore è pari a 0,91892, mentre per il GC a 0,91747 (tanto prossimi che nel precedente paragrafo sono stati entrambi arrotondati a 0,92). Dall'analisi condotta si può, pertanto, accettare con un forte margine di sicurezza l'ipotesi nulla di assenza di differenze iniziali fra i gruppi; il che, in altri termini, vuol dire che i gruppi, anche se "naturali", non "randomizzati", sono comunque equivalenti.

La medesima tabella permette di notare un aumento al  $T_2$  del punteggio medio della popolazione (che passa da 0,91817 a 0,93111, come già osservato nel Par. 4.6. presumibilmente per un lieve effetto di sensibilizzazione prodotto dal pretest). Inoltre, anche in  $T_2$  il GS fa registrare un punteggio medio superiore (come si ricorderà, pari a 0,98) a quello dell'intero campione, mentre il GC uno più basso (0,89, cfr. Par. 4.6.). Nondimeno, in quest'ultimo caso la relazione appare significativa, anche se non estremamente accentuata (la significatività è, infatti, pari a 0,000, ma l'eta quadrato solo a 0,021)<sup>23</sup>. È possibile, quindi, accettare con un forte margine di sicurezza, l'ipotesi alternativa dell'esistenza di differenze statisticamente significative fra i due gruppi in occasione della seconda rilevazione.

Tab. 4.76. - Analisi della varianza a una via

Appartenenza della scuola al GS/GC	Punteggio test di competenza sul tema della radioattività $T_1$			Punteggio test di competenza sul tema della radioattività $T_2$		
	Media	Sign.	Eta quadrato	Media	Sign.	Eta quadrato
GS	+	0,915	0,000	+	0,000	0,021
GC	-			-		
Totale	0,91817			0,93111		

<sup>21</sup> Il livello di significatività è dato solitamente da una verifica del test d'ipotesi. Nel caso più semplice è definito come la probabilità di accettare o rigettare l'ipotesi nulla di assenza di relazione fra le due variabili. I livelli di significatività sono solitamente rappresentati con la lettera greca  $\alpha$ . Il livello più usato è 5% ( $p=0,05$ ). Se il test di verifica dell'ipotesi fornisce un valore  $p$  minore del livello  $\alpha$ , l'ipotesi nulla è rifiutata e il risultato è riportato come "statisticamente significativo"; in caso contrario si accetta l'ipotesi nulla e, pertanto, la relazione fra le variabili è da considerarsi non significativa.

<sup>22</sup> L'eta quadrato è un coefficiente che misura la forza della relazione fra le due variabili. Rappresenta il rapporto fra la somma dei quadrati esterni (devianza spiegata) e la somma dei quadrati interni (devianza totale). Varia tra 0 e 1.

<sup>23</sup> Il valore di eta quadrato sta a significare che il 21% della variabilità del punteggio ottenuto dagli intervisti al test di competenza in occasione della seconda rilevazione è attribuibile alla variabile "appartenenza al GS/GC". Con i dati di cui fanno uso le scienze sociali è assai difficile andare oltre un 25-30% di varianza spiegata e di solito si considera rilevante anche una relazione con eta quadrato intorno a 0,10 (cfr. Corbetta, 1999).

Si può concludere che l'analisi della varianza a una via evidenzia l'esistenza di una relazione significativa al  $T_2$  fra l'essere stato oggetto dell'intervento formativo e l'aver conseguito un punteggio più elevato (rispetto al GC) al test di competenza. Pertanto, rispetto ai risultati di questa analisi e più in generale di quanto presentato nell'intero Capitolo, si può valutare positivamente l'esito della campagna condotta in tema di radiazioni ionizzanti.

L'analisi della varianza a una via ha permesso di mostrare come il complessivo miglioramento riscontrato nel GS dopo la partecipazione all'intervento formativo risultasse statisticamente significativo rispetto sia alla propria condizione di partenza, sia al GC. A questo punto, si tenterà di individuare eventuali segmenti del campione nei quali si sia potuto registrare un miglioramento più evidente o, di contro, più contenuto. Si lavorerà, sempre tenendo distinti GS e GC, con i punteggi individuali di competenza sul tema della radioattività (ottenuti per somma, cfr. Par. 4.5.) valorizzando, in qualità di chiavi di lettura, le variabili sulla base delle quali è stato effettuato il campionamento, *tipo di scuola e città* (per approfondimenti attraverso l'introduzione di ulteriori chiavi di lettura, cfr. Cap. 5).

Specularmente alla parte immediatamente precedente, per valutare le risultanze sperimentali, si utilizzerà la tecnica dell'analisi della varianza nella sua forma detta fattoriale o a più vie [ANOVA fattoriale]. Questo tipo di analisi considera una sola variabile dipendente (che, in questo caso, è il punteggio ottenuto dagli studenti al test di competenza) e più variabili indipendenti (qui oltre all'appartenenza al GS o al GC, si considererà, come già detto, il tipo di scuola e la città).

Nel caso di un disegno con più di un fattore da considerare contemporaneamente, si hanno tanti gruppi da sottoporre ad analisi quante sono le combinazioni delle modalità di tutti i fattori (variabili indipendenti). Un vantaggio consiste proprio nella possibilità di rilevare l'*effetto di interazione*, cioè l'effetto congiunto tra le due o più variabili indipendenti sulla variabile dipendente, risultato non ottenibile con analisi separate per ciascun fattore, capaci di rilevare esclusivamente l'*effetto principale*<sup>24</sup>.

Nel caso dell'ANOVA fattoriale gli indici calcolati sono gli stessi utilizzati per l'analisi della varianza a una via; la F di Snedecor viene, però, calcolata per ciascun fattore e per tutte le possibili interazioni tra questi. Il numero delle interazioni possibili dipende, ovviamente, dal numero di variabili indipendenti presenti nel disegno fattoriale: pertanto, a titolo esemplificativo, con due fattori ( $VI_1$  e  $VI_2$ ) è possibile una sola interazione, mentre con tre fattori ( $VI_1$ ,  $VI_2$ ,  $VI_3$ ) – come nel caso in analisi – le interazioni possibili diventano quattro (le interazioni tra due fattori si definiscono *a due vie*, tra tre *a tre vie*, ecc.):

$VI_1 \times VI_2$

$VI_1 \times VI_3$

$VI_2 \times VI_3$

$VI_1 \times VI_2 \times VI_3$

---

<sup>24</sup> L'effetto principale rappresenta l'effetto medio che una variabile indipendente ha su una variabile dipendente, a prescindere dai valori delle altre variabili indipendenti. L'effetto di interazione si ha invece quando l'effetto che una variabile indipendente ha sulla variabile dipendente non è lo stesso per tutti i livelli di un'altra variabile indipendente, ma è differente per ciascuno di essi.

Come si può notare nella tabella 4.77., l'analisi della varianza a più vie è stata applicata anche in questo caso ai punteggi ottenuti nel corso sia della prima rilevazione sia della seconda.

La tabella 4.78., che dà conto del test degli effetti fra soggetti, mostra come in occasione della prima rilevazione non risultino significative le relazioni del punteggio al test di competenza sul tema della radioattività con l'appartenenza al GS/GC (sig. = 0,696), come già emerso precedentemente, e con l'interazione dei fattori "tipo di scuola e città" (sig. = 0,099). Di contro, già in  $T_1$  il punteggio sul test di competenza risulta significativamente associato alle variabili "tipo di scuola" (sig. = 0,000) e città (sig. = 0,000), nonché alle interazioni "appartenenza al GS/GC e tipo di scuola" (sig. = 0,014), "appartenenza al GS/GC e città" (sig. = 0,015), "appartenenza al GS/GC, tipo di scuola, città" (sig. = 0,012).

In  $T_2$ , invece, il punteggio al test di competenza risulta significativamente associato a tutte le variabili e le interazioni in analisi: l'appartenenza al GS/GC (sig. = 0,000), il tipo di scuola (sig. = 0,000), la città (sig. = 0,002), e le interazioni dei fattori "appartenenza al GS/GC e tipo di scuola" (sig. = 0,038), "appartenenza al GS/GC e città" (sig. = 0,001), "tipo di scuola e città" (sig. = 0,000), "appartenenza al GS/GC, tipo di scuola, città" (sig. = 0,002).

Nella tabella 4.77., che riporta sinteticamente i risultati dell'analisi svolta, si può notare ancora una volta come il punteggio medio del GS sia più elevato al  $T_2$  rispetto al  $T_1$  (sul totale del GS: 0,956052 contro 0,91892), mentre quello del GC sia più basso al  $T_2$  rispetto al  $T_1$  (sul totale del GC: 0,88708 contro 0,91747)<sup>25</sup>.

Nel GS la media più alta rispetto a quella della popolazione totale è detenuta dai liceali sia al  $T_1$  sia al  $T_2$  (seguiti dagli studenti degli istituti tecnici) – soprattutto di Latina e Viterbo –, e proprio i liceali (seguiti questa volta dagli studenti degli istituti professionali) fanno registrare lo scarto più elevato (nel senso del miglioramento), pari a 0,07073, nel punteggio medio al test di competenza ottenuto al  $T_2$  rispetto al  $T_1$ .

Sempre con riferimento al GS, sia nei licei sia negli istituti professionali, le scuole che vantavano la media più alta al  $T_1$  continuano a mantenerla (seppur di valore ancora più elevato) al  $T_2$ . Sono state, però, colorate in grigio le celle della tabella 4.77. in cui si è registrata un'inversione del valore medio del gruppo rispetto alla media totale nel passaggio dal  $T_1$  al  $T_2$ . Un incremento nel punteggio ottenuto al test di competenza, ad esempio, si registra nel gruppo "istituto tecnico sperimentale di Frosinone": si può osservare il simbolo – (che sta ad indicare il valore più basso registrato rispetto alla media totale fra gli istituti tecnici sperimentali delle quattro città) al  $T_1$  e il simbolo + (che sta ad indicare un valore superiore alla media totale – ma non il più alto, che è detenuto da Latina in entrambe le rilevazioni – fra gli istituti tecnici sperimentali delle quattro città). Questo risultato va a discapito del gruppo "istituto tecnico sperimentale di Viterbo", in cui l'aumento del valore medio rispetto al  $T_1$  è risultato meno accentuato in confronto alle altre città: infatti,

---

<sup>25</sup> Quando nell'ANOVA si ottiene, come in questo caso, un effetto significativo della variabile indipendente (*F significativo*), tutto quello che si può dire è che esiste una differenza rilevante tra almeno due delle medie dei gruppi messi a confronto, ma non tra quali: non si sa quali delle differenze osservate siano significative finché non si effettua un confronto tra le medie dei gruppi con un test statistico adeguato. In questo caso si è proceduto con *confronti post hoc*: ogni media è stata confrontata con tutte le altre attraverso il test di Duncan.

tale gruppo aveva un valore superiore alla media in  $T_1$ , mentre ha il valore più basso rispetto alla media in  $T_2$  (si rinvia al prossimo Cap. 5 per i dati relativi al fatto che l'Istituto Savi di Viterbo sia in assoluto la scuola che ha fatto registrare il miglioramento più esiguo fra tutte quelle facenti parte del GS. Si ricorda, infatti, anticipando considerazioni proprie del Cap. 6, le non ottimali condizioni contestuali in cui ha avuto luogo, in questa specifica scuola, la lezione dell'esperto dell'ISPRA, cfr. Par. 2.2.).

Tab. 4.77. - Analisi della varianza fattoriale

			Punteggio test di competenza sul tema della radioattività $T_1$	Punteggio test di competenza sul tema della radioattività $T_2$
Appartenenza della scuola al GS/GC	Tipo di scuola	Città	Media	Media
GS	Liceo	Roma	-	-
		Frosinone	-	-
		Latina	++	++
		Viterbo	+	+
		Totale	1,01538	1,08611
	Istituto tecnico	Roma	-	-
		Frosinone	-	+
		Latina	++	++
		Viterbo	+	-
	Totale	0,91984	0,96052	
	Istituto professionale	Roma	+	+
		Frosinone	-	-
		Latina	-	-
		Viterbo	++	++
		Totale	0,77237	0,84052
	Totale	Roma	-	-
		Frosinone	-	-
Latina		+	+	
Viterbo		++	++	
Totale		0,91892	0,97863	
GC	Liceo	Roma	+	+
		Frosinone	-	-
		Latina	++	++
		Viterbo	-	-
		Totale	0,95528	0,92003
	Istituto tecnico	Roma	+	+
		Frosinone	-	-
		Latina	++	++
		Totale	0,98146	0,95956
	Istituto professionale	Roma	-	-
		Frosinone	-	+
		Latina	++	-
		Viterbo	+	++
		Totale	0,78712	0,75826
	Totale	Roma	-	+
		Frosinone	-	-
		Latina	++	++
Viterbo		-	-	
Totale		0,91747	0,88708	

Il miglioramento registrato fra i membri del GS al  $T_2$  rispetto al  $T_1$  risulta essere, comunque, piuttosto diffuso, associandosi con tutti i sottoinsiemi in cui il gruppo stesso si articola. Tale risultato può considerarsi un successo della ricerca-intervento, mirata a informare il più alto numero di studenti su un tema di attualità di grande rilevanza sociale. Al confronto, il GC si caratterizza per un diffuso peggioramento nei punteggi di competenza sul tema.

Si potrebbe, pertanto, concludere che l'analisi della varianza fattoriale abbia messo in evidenza (oltre all'esistenza di una relazione significativa fra l'essere stato oggetto dell'intervento formativo e l'aver conseguito un punteggio più elevato al test di competenza) come gli attori che agiscono in contesti caratterizzati da una maggiore competenza iniziale (come, ad esempio, i liceali, probabilmente per le caratteristiche dei programmi di studio a loro associati in relazione al tema d'indagine e per il retroterra culturale di provenienza) tendenzialmente beneficino maggiormente delle informazioni acquisite nel corso dell'intervento formativo. I risultati relativi ai membri del GC sembrano, inoltre, suggerire che le caratteristiche della "dotazione all'ingresso" prese in considerazione costituiscano un incentivo al miglioramento solo nel caso in cui si associno all'intervento formativo (per ulteriori approfondimenti, cfr. Cap. 5), non essendo sufficiente una duplice compilazione di questionario per ottenere significativi miglioramenti sul piano delle competenze.

Tab. 4.78. - Test degli effetti fra soggetti al  $T_1$

Sorgente	Sig.
Appartenenza della scuola al GS/GC	0,696
Tipo di scuola	0,000
Città	0,000
Appartenenza della scuola al GS/GC x tipo di scuola	0,014
Appartenenza della scuola al GS/GC x città	0,015
Tipo di scuola x città	0,099
Appartenenza della scuola al GS/GC x tipo di scuola x città	0,012

Tab. 4.79 - Test degli effetti fra soggetti al  $T_2$

Sorgente	Sig.
Appartenenza della scuola al GS/GC	0,000
Tipo di scuola	0,000
Città	0,002
Appartenenza della scuola al GS/GC x tipo di scuola	0,038
Appartenenza della scuola al GS/GC x città	0,001
Tipo di scuola x città	0,000
Appartenenza della scuola al GS/GC x tipo di scuola x città	0,002

#### 4.8. Le ricadute dell'intervento formativo su altri aspetti dell'atteggiamento giovanile

Si intende chiudere la presente sezione mettendo in luce se e in che misura la partecipazione all'intervento formativo tenuto dai tecnici ISPRA abbia prodotto degli spostamenti (quindi, significative differenze nel passaggio da  $T_1$  a  $T_2$  tra GS e GC) su altre dimensioni dell'atteggiamento giovanile indagate attraverso l'ausilio dei questionari d'indagine. Nel dettaglio, si procederà ad affrontare il tema della *percezione sia del rischio da esposizione a fonti di radiazioni ionizzanti, sia della pericolosità di determinati impianti industriali*; si proseguirà con un approfondimento circa *l'indicazione dei problemi ambientali tra le urgenze del pianeta*; si concluderà descrivendo le principali evidenze empiriche riscontrate con riferimento ad alcuni aspetti del comportamento giovanile, tra cui: *l'informazione su temi di attualità, l'assunzione di comportamenti eco-compatibili, l'abitudine a discutere di questioni ambientali in diversi contesti, l'approfondimento del tema della radioattività a scuola*.

Si può ricordare in sintesi che le competenze sul tema della radioattività (che possiamo chiamare Y; cfr. Fig. 4.3.), analizzate nella loro evoluzione nel tempo, facciano riferimento alla componente cognitiva dell'atteggiamento in esame, che i diversi item volti a registrare la percezione di pericolosità di fonti/impianti e l'eventuale preoccupazione per alcuni problemi ambientali di ordine globale facciano complessivamente capo ad una componente affettiva (indicata in Fig. 4.3. come Z), che, infine, l'insieme dei comportamenti giovanili sopra elencati si connettano con una componente propriamente attiva (anch'essa indicata con Z nel medesimo modello) dell'atteggiamento stesso.

Il percorso di analisi intrapreso al fine di comprendere se il coinvolgimento in un'iniziativa di formazione abbia prodotto gli effetti richiamati si fonda sull'ipotesi seguente. È plausibile immaginare che la X (variabile sperimentale, articolata nelle modalità note "appartenenza al GS" e "appartenenza al GC") non agisca direttamente sulla Z, ma che tra esse svolga, eventualmente, una funzione di intermediazione causale la Y (competenze acquisite in materia di radioattività), e ciò in ragione del complesso delle scelte operative (si pensi, in particolare, ai contenuti delle slide presentate dai tecnici ISPRA, ai tempi e alle modalità fissati per la loro presentazione; cfr. Par. 1.1. e Allegato 5) messe in atto per raggiungere gli obiettivi della ricerca-intervento. Quello cui si fa riferimento in tal caso è un processo di formazione dell'atteggiamento, per così dire, *step by step*, o meglio, a due tempi, per quanto ravvicinati (1. effetti dell'intervento formativo in termini di accrescimento delle conoscenze; 2. ricadute sui piani affettivo e comportamentale in virtù delle eventuali competenze acquisite). In tale modello teorico le competenze maturate (informazioni corrette e di carattere generale su un dato fenomeno), potremmo dire di primo livello, costituirebbero il meccanismo per l'acquisizione di competenze di secondo livello, rispettivamente sui piani affettivo e attivo (percezione di pericolosità di fonti di radiazioni e impianti industriali non distorta per eccesso o per difetto; comportamenti rispettosi dell'ambiente, ecc.).

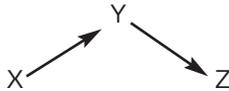
Si ricorderà che l'indagine era finalizzata ad organizzare, realizzare e valutare una campagna di informazione sui rischi da esposizione a fonti di radiazioni ionizzanti (cfr. Par. 1.1.) rivolta a ragazzi di scuola media superiore del Lazio. Per quanto l'esperienza di ricerca nel suo complesso possa intendersi come un vero e proprio

investimento per il futuro – in un’ottica di più lungo periodo – dei giovani coinvolti (laddove essi siano stati indotti a “propagare” le competenze acquisite o ad avviare dibattiti sui temi affrontati nel corso della lezione nel loro più ampio ambiente di vita, al di là della scuola, o ancora, ad assumere una condotta di vita improntata ad una corretta gestione del rischio ambientale), l’equipe di ricerca e il gruppo degli esperti si sono orientati (tanto da prevedere le richiamate modalità di intervento) ad allestire un’occasione di crescita per i giovani coinvolti che, anzi tutto, consistesse, nell’immediato, in un incremento di competenze, nozioni e corrette informazioni sul tema della radioattività.

D’altra parte, quella in analisi rappresenta una situazione “ideale” per l’apprendimento: i ragazzi, riuniti in occasione di un evento speciale che coinvolge il proprio istituto scolastico, ascoltano autorevoli esperti – provenienti da un ente di ricerca pubblico rinomato – sul tema della radioattività; la relazione tra studenti ed esperti è asimmetrica e unidirezionale; non vi sono margini per la negoziazione sui contenuti veicolati dalle slide (si può ritenere che i ragazzi – se non altro la maggioranza di essi – non abbiano messo minimamente in dubbio la credibilità dei contenuti delle slide presentate dai tecnici ISPRA); gli stessi docenti accompagnatori dei ragazzi, nella consapevolezza della complessità ed attualità del tema trattato, si comportano come veri e propri discenti di fronte alla figura dell’esperto intervenuto nella propria scuola.

Pertanto, in fase di avvio dell’indagine, rispetto alle possibili ricadute dell’intervento formativo – ideato e calibrato, per l’appunto, con l’obiettivo di agire sul livello di consapevolezza dei giovani selezionati su un tema specialistico, complesso e poco noto in partenza – sull’atteggiamento giovanile più ampiamente inteso (quindi, includendo anche il piano dei sentimenti e dei comportamenti), da un lato, si è ipotizzato che esse fossero precedute dall’acquisizione di competenze sul tema; dall’altro, si è anche considerato che, dato un arco temporale ristretto in cui registrare il cambiamento, tali ricadute potessero anche non emergere, rinviando, così, ad una classe di effetti ottenibili in un più ampio intervallo di tempo, connessi con modalità di osservazione ed intervento progettate *ad hoc*.

Ripetendo il ragionamento in forma schematica, si è ipotizzato che la partecipazione all’intervento formativo potesse produrre, come ha effettivamente prodotto (si vedrà più avanti – cfr. Cap. 5 – quali siano state le condizioni empiriche, in combinazione con X, in cui si siano verificate le migliori performance nel passaggio da  $T_1$  a  $T_2$ ), un incremento delle competenze sul tema indagato e che, a maggiori competenze acquisite sul piano cognitivo (quindi, ad un miglioramento sul test) potessero corrispondere, ad esempio, una percezione del rischio più vicina al dato effettivo (cfr. Par. 4.8.2. per le modalità di “correzione” del giudizio sulla pericolosità di fonti di radiazioni ionizzanti e impianti industriali espresso dagli intervistati sulla base di quello espresso da un gruppo di esperti sul tema), una più spiccata preoccupazione per i problemi ambientali, abitudini comportamentali capaci di esprimere una particolare sensibilità verso i temi ambientali. Di seguito si riporta il modello di analisi sopra descritto ed argomentato alla luce degli obiettivi di analisi e della metodologia di ricerca ed intervento adottata:



X = variabile sperimentale

Y = componente cognitiva: evoluzione delle competenze da  $T_1$  a  $T_2$

Z = componente affettiva/componente attiva: evoluzione della percezione del rischio/dei comportamenti da  $T_1$  a  $T_2$

Fig. 4.3. – Modello di analisi: influenza indiretta della X su Z

Nell'applicare il modello presentato, sia in relazione alle variabili che insistono sulla dimensione affettiva, sia rispetto a quelle connesse con la dimensione attiva dell'atteggiamento, si è proceduto ad impostare una serie di incroci trivariati. Concretamente, si è analizzato l'andamento delle variabili riferite alle componenti affettiva/attiva in base alle competenze maturate tra  $T_1$  e  $T_2$  in materia di radioattività, controllando gli incroci impostati attraverso la variabile sperimentale. Al fine di leggere le tavole di contingenza realizzate in modo efficace, agevole e compatto, si è stabilito di utilizzare la Y [componente cognitiva] in una versione semplificata. Si è, quindi, fatto ricorso, per le competenze sul tema della radioattività, all'indice costruito come scarto tra il punteggio totale di competenza ottenuto al  $T_2$  e quello raggiunto al  $T_1$ , nella sua versione dicotomica che divide il campione tra "migliorati" e "peggiorati" [cfr. Parr. 4.8.1.-4.8.3.].

È già possibile anticipare che l'occasione di formazione che ha coinvolto 12 istituti scolastici, proficua al fine di concretizzare l'obiettivo di incremento delle competenze giovanili sul tema della radioattività (nonostante la sua complessità e, in alcuni casi, oggettivi ostacoli strutturali e/o il clima instauratosi al momento dell'intervento – cfr. Cap. 6), non abbia avuto particolari riflessi sulla percezione del rischio, quindi, su una dimensione chiaramente affettiva dell'atteggiamento indagato; peraltro, oltre a non evidenziarsi differenze di rilievo tra GS e GC rispetto alla fenomenologia in esame, neanche la distinzione tra migliorati e peggiorati sul piano delle competenze consente di ottenere risultati da segnalare: le emozioni, così come – si vedrà – le azioni (se non altro quanto indagato attraverso lo strumento di rilevazione utilizzato), per così dire, "non si muovono" a seconda che si faccia parte del GS o del GC, si sia migliorati o peggiorati nel tempo in quanto a competenze sul tema della radioattività.

In particolare, nonostante la partecipazione all'intervento formativo, nel GS non si sono verificati significativi spostamenti – passando da  $T_1$  a  $T_2$  – da forme di sottovalutazione o sovrastima dei rischi connessi a fonti/impianti (ossia da forme di percezione distorta dei rischi stessi) ad un diffuso allineamento del giudizio degli intervistati rispetto a quello di alcuni esperti, chiamati in causa [cfr. Par. 4.8.2.] al fine di confrontare i dati rilevati con un termine di comparazione il più possibile prossimo al dato effettivo, in sostanza con i rischi concretamente corsi, e non solo allarmisticamente richiamati, o ancora, altrettanto irrealisticamente, sottovalutati. Anche in questo caso, l'ulteriore distinzione tra migliorati e peggiorati, non consente di individuare differenze apprezzabili tra GS e GC. Pertanto, sul piano della percezione dei rischi [dimensione dell'atteggiamento su cui, certamente, dovrebbero essere investiti tempi più ampi di osservazione e modalità di intervento *ad hoc* in vista di soddisfacenti e durature forme di evoluzione], i due gruppi in analisi risultano essere gene-

ralmente conformi e non già differenziati in ragione della presenza/assenza di un input formativo e/o di un avanzamento delle competenze sul tema. Anzi, l'unica differenza che in taluni casi emerge è una tendenza più spiccata alla sovrastima dei rischi da parte degli studenti del GS in seguito alla lezione dei tecnici ISPRA; un risultato interessante e strettamente connesso al ridotto arco temporale in cui si è svolta la ricerca, che consente di sottolineare come un programma di informazione ed uno finalizzato, per così dire, a colpire il piano dei sentimenti, non possano prevedere la medesima metodologia, gli stessi tempi e strumenti.

Si avrà modo di osservare nelle pagine seguenti come anche i comportamenti giovanili esaminati, come l'informarsi o meno su temi ambientali, l'assunzione o meno di comportamenti ecocompatibili, ecc., non subiscano oscillazioni di rilievo tra una rilevazione e l'altra, in ragione dell'intervento formativo e/o dell'eventuale avanzamento di competenze. D'altra parte, è a tutti noto che, per quanto sia necessario essere competenti sul tema della radioattività per percepire-sentire-essere consapevoli in modo coerente, ma anche per agire conformemente nella vita di tutti i giorni, ad esempio (e ciò vale per gli atteggiamenti umani, più diffusamente incoerenti che coerenti), non tutte le persone informate su un tema, regolino di conseguenza i propri sentimenti e, appunto, le proprie azioni.

Una presentazione sintetica dei dati riportati nel presente Capitolo ne agevolerà probabilmente la lettura. Tale sezione di analisi si apre con la presentazione di alcune *statistiche descrittive* (le Tabelle 4.80-4.87., riportate in Allegato 6, tengono conto delle differenze tra fonti e impianti,  $T_1$  e  $T_2$ , GS e GC), costruite con riferimento a ciascun item delle batterie in analisi;<sup>26</sup> prosegue con una sezione mirata a dar conto delle differenze tra quanti abbiano valutato fonti e impianti attraverso i punteggi di scala e quanti non abbiano esplicitato un giudizio, nonché con la presentazione di una serie di tipologie che evidenziano forme di stabilità e di mutamento nel tempo della percezione stessa. A tale sezione di dati (tutta concentrata sulla percezione del rischio da parte degli intervistati, non tenendo conto dell'effettivo pericolo connesso a ciascun elemento contemplato dalle batterie) segue un ulteriore paragrafo relativo ai punteggi di scala espressi dagli studenti raggiunti, corretti sulla base del giudizio di un campione di esperti (considerati depositari di un sapere e di competenze tali da poter considerare il loro giudizio come prossimo all'effettiva pericolosità di singole/i fonti/impianti), chiamati ad esprimersi utilizzando la stessa scala in merito ai medesimi item. Tale Capitolo si chiude con l'illustrazione dei risultati ottenuti con riferimento ad altre variabili disponibili in matrice, connesse, come accennato, alla componente attiva dell'atteggiamento, nella loro evoluzione nel tempo.

#### *4.8.1. Grado di pericolosità attribuito alle fonti di radiazioni ionizzanti e agli impianti industriali*

Una sezione del questionario (cfr. dd. 24 e 26 in Allegato 2) indagava la *percezione della pericolosità* con riferimento a *fonti di radiazioni ionizzanti* (5 item) e ad un

---

<sup>26</sup> Si ricorderà che gli intervistati, chiamati ad esprimersi attraverso una scala di punteggi da 0 a 10 [minimo/massimo rischio percepito] su ciascuno degli item considerati, potevano selezionare anche le modalità di risposta "non so"/"non conosco". Ovviamente sono esclusi dal calcolo di *medie e scarti* tutti i casi che abbiano fatto ricorso a tali modalità di risposta.

certo numero di *impianti industriali* (8 item). La scala di atteggiamento utilizzata in entrambi i casi al fine di ottenere una misura della percezione del rischio da parte degli intervistati si articola in 11 valori complessivi (da 0 = "nessun pericolo attribuito" a 10 = "massimo pericolo associato alla fonte/all'impianto"). Con riferimento ad entrambe le batterie si è optato per l'inserimento di due ulteriori modalità di risposta possibili rispetto a ciascun item: "non so valutare" e "non conosco l'impianto". Tutto ciò sia al fine di non obbligare alcun intervistato ad esprimere un giudizio di pericolosità se neanche minimamente attrezzato a rispondere (quindi, per assicurarsi la massima fedeltà delle informazioni raccolte), sia, più analiticamente, per dar conto, da un lato, del fenomeno della impossibilità ad emettere un giudizio anche in presenza di qualche conoscenza sulle fonti/sugli impianti proposti, dall'altro, per quantificare e caratterizzare quanti non possiedono alcuna conoscenza (quindi, a maggior ragione, non possono esprimersi attraverso un punteggio di scala) sugli aspetti affrontati nelle singole domande.

Per quanto riguarda le *statistiche descrittive*<sup>27</sup> predisposte con riferimento alle fonti di radiazioni ionizzanti, possiamo dire in sintesi che (cfr. Allegato 6, Tabb. 4.80.-4.87.):

1. al  $T_1$  emerge un'equivalenza tra GS e GC su tutti gli item e in entrambi i casi l'elemento su cui si registra la media dei punteggi (più di 8) più elevata (nonché la variabilità più modesta) è rappresentato dai reattori nucleari, mentre quello con la media più bassa è costituito dalle rocce di origine vulcanica (poco più di 3). In altri termini, dei reattori nucleari si ha paura e indipendentemente dalle competenze all'ingresso; è altamente probabile che gli intervistati si concentrino nel rispondere sull'eventualità di un incidente nucleare di vaste proporzioni, tale da generare un disastro di portata molto ampia.
2. Al  $T_2$  si registra, complessivamente, in entrambi i gruppi considerati la tendenza ad un lieve aumento dei punteggi connessi al rischio percepito; più specificamente, emerge che all'interno del GS sono più elevati che nel GC i punteggi riferiti a rocce di origine vulcanica e mura di abitazioni costruite con tufo di origine vulcanica. Probabilmente, il fatto che siano stati toccati nel corso della lezione questi aspetti ha portato i ragazzi ad esprimersi con punteggi più alti durante la seconda rilevazione, a "rettificare", per così dire, un giudizio espresso al  $T_1$ , magari percepito al  $T_2$  come sminuente sulla base delle nuove competenze acquisite.

Con specifico riferimento agli impianti, si può affermare che:

1. al  $T_1$  emerge un'equivalenza tra GS e GC su tutti gli item e in entrambi i casi gli impianti rispetto ai quali si registrano le medie dei punteggi più elevate (e di nuovo la variabilità più modesta) sono rappresentati dalla centrale nucleare e da quella a petrolio (valori superiori rispettivamente a 8 e 6 - i ragazzi campionati non possono evidentemente non tenere conto, nel rispondere, dei disastri ecologici, più o meno recenti, dei quali hanno avuto notizia nel corso della loro vita), mentre le medie più basse si registrano in corrispondenza di impianti quali dighe e antenne;
2. l'equivalenza tra i gruppi si mantiene anche al  $T_2$  (si registrano, difatti, solo lievi

---

<sup>27</sup> Media dei punteggi espressi dagli studenti intervistati (distinti per GS e GC) al  $T_1$  e al  $T_2$  con riferimento a fonti e impianti industriali e media dei punteggi espressi da un gruppo di esperti in materia di radioattività sono riportate in due Tabelle riassuntive all'interno del Paragrafo successivo (cfr. Tabb. 4.119.-4.120., Par. 4.8.2.).

cambiamenti sui punteggi medi, a parità di graduatoria di giudizio).

Come accennato nelle pagine precedenti, tra gli obiettivi dell'analisi c'era anche quello di distinguere quanti avessero fatto ricorso, durante la compilazione dei questionari, a punteggi di scala nell'esprimere il proprio giudizio e quanti non avessero proceduto ad una valutazione puntuale della singola fonte o del singolo impianto. Come si può leggere agevolmente nelle tabelle riportate nella loro completezza in Allegato 6 (cfr. Tabb. 4.88.-4.100.):

- chi si esprime con un punteggio al  $T_1$ , sia nel GS che nel GC, generalmente opta per la scelta di un valore della scala anche al  $T_2$ ;
- il passaggio da "non so"/"non conosco" all'indicazione di un punteggio si associa in quasi tutti i casi in modo particolarmente significativo al GS (evidenziando un miglioramento sul piano delle competenze);
- la stabilità sull'assenza di conoscenze (ma anche sul "non so valutare"), in ogni caso sempre minoritaria, riguarda soprattutto il GC;
- le forme di incoerenza nelle risposte fornite nel tempo sono scarsamente diffuse e riguardano in forma pressoché identica entrambi i gruppi in analisi.

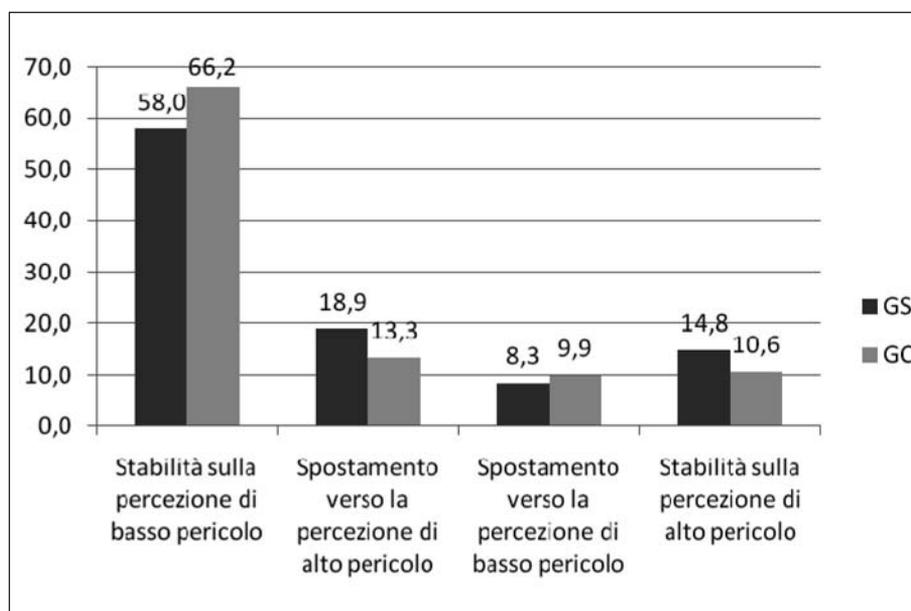
Si riporta a titolo esemplificativo la Tabella 4.90.:

Tab. 4.90. - Grado di pericolosità attribuito ai reattori nucleari ( $T_2$ ) \* Grado di pericolosità attribuito ai reattori nucleari ( $T_1$ ) in base all'appartenenza della scuola al GS/GC- Distinzione tra uso/non uso dei punteggi di scala

Appartenenza della scuola al GS/GC			Grado di pericolosità attribuito alle fonti di radiazioni ionizzanti: reattori nucleari ( $T_1$ )			Totale
			Indicazione punteggio 1-10	Non so valutare il pericolo	Non conosco l'impianto	
GS	Grado di pericolosità attribuito alle fonti di radiazioni ionizzanti: reattori nucleari ( $T_2$ )	Indicazione punteggio 1 - 10	685	45	29	759
			95,5	80,3	76,3	93,6
		Non so valutare il pericolo	22	8	6	36
			3,1	14,3	15,8	4,4
		Non conosco l'impianto	10	3	3	16
		1,4	5,4	7,9	2,0	
Totale			717	56	38	811
			100,0	100,0	100,0	100,0
GC	Grado di pericolosità attribuito alle fonti di radiazioni ionizzanti: reattori nucleari ( $T_2$ )	Indicazione punteggio 1 - 10	696	52	24	772
			92,9	62,7	58,5	88,4
		Non so valutare il pericolo	39	21	7	67
			5,2	25,3	17,1	7,7
		Non conosco l'impianto	14	10	10	34
		1,9	12,0	24,4	3,9	
Totale			749	83	41	873
			100,0	100,0	100,0	100,0

$p=.000$ ;  $p=.000$

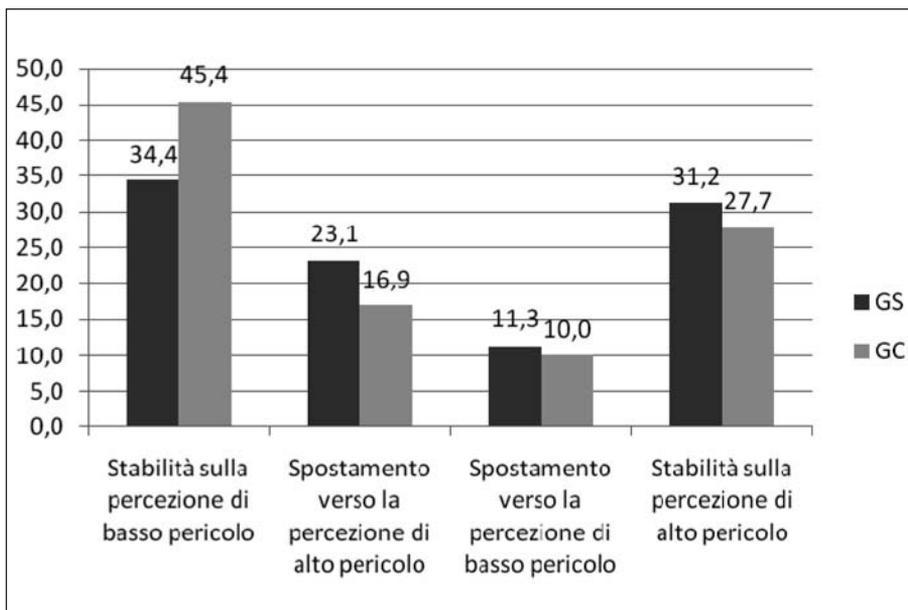
Dopo aver ricodificato i punteggi di scala in due modalità<sup>28</sup>, si è proceduto alla costruzione di 13 tipologie (5 per le fonti e 8 per gli impianti) attraverso cui evidenziare agevolmente gli eventuali spostamenti tra una rilevazione e l'altra sul piano della percezione del rischio (cfr. Allegato 6, Graff. 4.50.-4.62.). Solo pochi incroci con la variabile che distingue tra GS e GC sono risultati statisticamente significativi. Ad esempio, quello riferito alla percezione di pericolosità delle rocce di origine vulcanica e quello relativo alle mura di abitazioni costruite con tufo di origine vulcanica (cfr. Graff. 4.50. e 4.53.: in entrambi i casi si registrano maggiore stabilità sulla percezione di basso pericolo da parte del GC e maggiore spostamento verso la percezione di alto pericolo per il GS – cfr. considerazioni svolte poc'anzi). Per il resto, i due gruppi non si differenziano in modo marcato (né sul fronte della stabilità, né su quello del mutamento) e, quindi, si ripropongono i dati già evidenziati attraverso la presentazione delle statistiche descrittive, che vedono ordinati gerarchicamente fonti e impianti – da quella/o considerata/o meno pericoloso/a a quella/o considerata/o più pericolosa/o –, in modo sostanzialmente omogeneo nel campione complessivamente inteso (cfr., a titolo esemplificativo, Graf. 4.52.).



$p=.006$

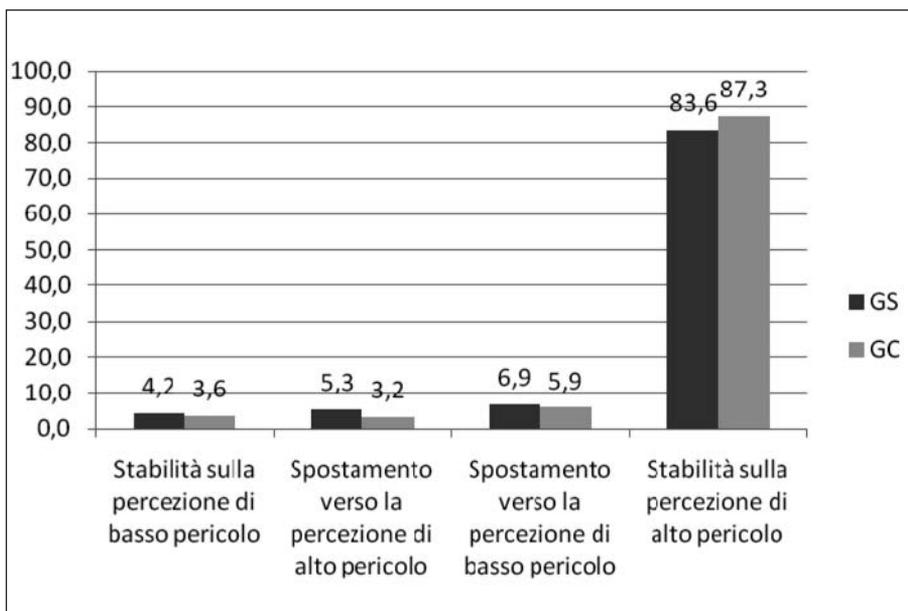
Graf. 4.50. – Percezione della pericolosità delle rocce di origine vulcanica nel tempo (punteggi non rapportati al giudizio degli esperti)

<sup>28</sup> Rispettivamente, 0-5 = "basso pericolo" e 6-10 = "medio-alto pericolo", con l'esclusione dall'analisi dei "non so" e "non conosco".



$p=.003$

Graf. 4.53. - Percezione della pericolosità delle mura delle abitazioni costruite con pietre di tipo vulcanico (punteggi non rapportati al giudizio degli esperti)



$p=.169$

Graf. 4.52. - Percezione della pericolosità dei reattori nucleari nel tempo (punteggi non rapportati al giudizio degli esperti)

Come accennato, i dati sulla percezione di pericolo di fonti e impianti industriali sono stati anche letti (in tal caso si è proceduto ad incrociare le tipologie presentate nei Graff. 4.50-4.62.) alla luce delle competenze (eventualmente) maturate sul tema della radioattività nel passaggio da  $T_1$  a  $T_2$  e controllati in base all'appartenenza degli intervistati al GS o al GC. Non sono emerse in alcun caso differenze di rilievo da segnalare; si riporta, a titolo esemplificativo, la Tab. 4.103 (cfr. Allegato 6, Tabb. 4.101.-4.113.).

Tab. 4.103. - Tipologia percezione reattori nucleari ( $T_1$  e  $T_2$ ) \* Scarto test di competenza  $T_2-T_1$  (dicotomica) in base all'appartenenza della scuola al GS/GC

Appartenenza della scuola al GS/GC			Scarto test di competenza $T_2-T_1$ (dicotomica)		Totale
			Peggiorati	Migliorati	
GS	Tipologia percezione reattori nucleari ( $T_1$ e $T_2$ )	Stabilità sulla percezione di basso pericolo	11	18	29
			4,1	4,3	4,2
		Spostamento verso la percezione di alto pericolo	13	23	36
			4,9	5,5	5,3
		Spostamento verso la percezione di basso pericolo	22	25	47
		8,3	6,0	6,9	
	Stabilità sulla percezione di alto pericolo	220	353	573	
	82,7	84,2	83,6		
Totale			266	419	685
			100,0	100,0	100,0
GC	Tipologia percezione reattori nucleari ( $T_1$ e $T_2$ )	Stabilità sulla percezione di basso pericolo	13	12	25
			3,6	3,6	3,6
		Spostamento verso la percezione di alto pericolo	15	7	22
			4,1	2,1	3,2
		Spostamento verso la percezione di basso pericolo	25	16	41
		6,9	4,8	5,9	
	Stabilità sulla percezione di alto pericolo	311	297	608	
	85,4	89,5	87,3		
Totale			364	332	696
			100,0	100,0	100,0

Passando, infine, ad un ulteriore aspetto riconducibile alla componente affettiva dell'atteggiamento giovanile in analisi, come precedentemente ricordato, è stato chiesto agli intervistati di segnalare i tre problemi del nostro pianeta percepiti come particolarmente gravi (cfr. Allegato 2, d. 23). Delle 11 modalità di risposta complessivamente previste, 4 si riferiscono alla più ampia categoria rappresentata dai problemi ambientali (inquinamento, controllo delle fonti di energia non rinnovabili, sfruttamento delle risorse ambientali, gestione dei rifiuti radioattivi). Per semplicità, gli intervistati sono stati distinti tra quanti hanno indicato (almeno in un'occasione su 3) i problemi ambientali e quanti non li hanno segnalati. Gran parte di essi (sia nel GS che nel GC) manifesta una preoccupazione per i problemi ambientali sopra indicati; più precisamente, ed in modo pressoché uniforme nei due gruppi in analisi, più della metà degli studenti raggiunti si caratterizza per una stabilità nel segnalarli tra una rilevazione e l'altra (cfr. Allegato 6, Tabb. 4.114.-4.115. e Graf. 4.63.). Anche in tal caso, introducendo nell'analisi le competenze sul tema della radioattività nella loro evoluzione nel tempo, la percezione dei problemi urgenti del

nostro pianeta (anch'essa vista diacronicamente) presenta pressoché la medesima distribuzione nei due gruppi costantemente messi a confronto (la stabilità nell'indicare i problemi ambientali oscilla tra il 52% e il 60% circa tra peggiorati e migliorati al test, sia nel GS che nel GC; neanche laddove sopraggiunga una preoccupazione per l'ambiente in seguito all'esperienza di ricerca-intervento peggiorati e migliorati si differenziano nei due gruppi – cfr. Tab. 4.116.).

Tab. 4.116. – *Tipologia problemi ambientali tra le urgenze del pianeta ( $T_1$  e  $T_2$ ) \* Scarto test di competenza  $T_2-T_1$  in base all'appartenenza della scuola al GS/GC*

Appartenenza della scuola al GS/GC			Scarto test di competenza $T_2-T_1$ (dicotomica)		Totale
			Peggiorati	Migliorati	
GS	Tipologia problemi ambientali tra le urgenze del pianeta ( $T_1$ e $T_2$ )	Stabilità nel non indicarli	17,8	19,7	18,9
		Introduzione delle problematiche ambientali	14,8	11,0	12,5
		Eliminazione delle problematiche ambientali	15,7	12,4	13,7
		Stabilità nell'indicarli	51,6	56,9	54,7
	Totale		100,0	100,0	100,0
GC	Tipologia problemi ambientali tra le urgenze del pianeta ( $T_1$ e $T_2$ )	Stabilità nel non indicarli	18,6	16,3	17,5
		Introduzione delle problematiche ambientali	10,2	13,0	11,5
		Eliminazione delle problematiche ambientali	12,5	11,3	12,0
		Stabilità nell'indicarli	58,7	59,4	59,0
	Totale		100,0	100,0	100,0

#### 4.8.2. Grado di pericolosità attribuito alle fonti di radiazioni ionizzanti e agli impianti: introduzione del giudizio degli esperti

Merita una premessa metodologica la progettazione e costruzione di *variabili sui rischi connessi a fonti di radiazioni ionizzanti* (nonché a *impianti*), “corrette” sulla base del *confronto tra giudizi espressi dagli intervistati* (operazione compiuta sia al  $T_1$  che al  $T_2$ ) e *giudizi espressi da 15 esperti sul tema* (in merito ai medesimi item e a parità di scala: *0-10; non so*) – (cfr. Allegato 2, dd. 24 e 26)<sup>29</sup>, stante l'obiettivo di leggere i dati disponibili in termini di percezione più o meno vicina/distante al/dal dato [rischio] effettivo.

<sup>29</sup> Gli esperti coinvolti ai fini della costruzione delle variabili sulla percezione dei rischi si ripartiscono nelle seguenti aree:

- *metodologie e misure radiometriche* (Leandro Magro, Giancarlo Torri)
- *analisi e valutazioni complessive dei rischi ambientali* (Maria Belvisi, Giuseppe De Luca)
- *analisi e valutazioni dei rischi ambientali relative alle tecnologie nucleari* (Giovanni Bava, Mario Dionisi, Roberto Mezzanotte)
- *analisi e valutazioni dei rischi ambientali relative alle tecnologie convenzionali* (Patrizia Bonanni, Salvatore Curcuruto, Franco Desiato, Domenico Gaudioso, Riccardo Liburdi, Walter Perconti, Alberto Ricchiuti, Maria Gabriella Simeone).

Gli esperti hanno espresso in quasi tutti i casi il loro giudizio sui singoli item utilizzando un punteggio di scala da 0 a 10; solo in qualche caso hanno selezionato la modalità *non so valutare/non conosco*.

Si è proceduto al calcolo della *media aritmetica dei punteggi espressi dagli esperti* item per item; il denominatore è generalmente fissato a 15; in qualche caso (ove presenti *non so*) è inferiore a 15 (cfr. Tabb. 4.117-4.118).

Tab. 4.117. - *Griglia delle medie dei punteggi espressi dagli esperti per item (fonti)*

	Media punteggi	Media generale
1. Rocce di origine vulcanica	40/13: <b>3,1</b>	19,3/5: <b>3,9</b>
2. Esami radiologici e medicina nucleare	61/15: <b>4,1</b>	
3. Reattori nucleari	73/15: <b>4,9</b>	
4. Le mura delle abitazioni costruite con pietre di tufo di origine vulcanica	79/15: <b>5,3</b>	
5. Raggi cosmici (un tipo di raggi provenienti dallo spazio)	25/13: <b>1,9</b>	

Tab. 4.118. - *Griglia delle medie dei punteggi espressi dagli esperti per item (impianti)*

	Media punteggi	Media generale
1. Industria chimica	105/15: <b>7,0</b>	37,4/8: <b>4,7</b>
2. Inceneritore di rifiuti	63/15: <b>4,2</b>	
3. Centrale nucleare	84/15: <b>5,6</b>	
4. Diga	52/15: <b>3,5</b>	
5. Discarica	82/15: <b>5,5</b>	
6. Centrale a petrolio	61/14: <b>4,4</b>	
7. Centrale a carbone	62/14: <b>4,4</b>	
8. Antenne	39/14: <b>2,8</b>	

Di seguito si riportano due tavole sinottiche (cfr. Tabb. 4.119-4.120.) in cui è possibile confrontare, per ogni singolo item riferito a fonti di radiazioni ionizzanti o impianti industriali, utilizzando come valore di sintesi la media aritmetica, i punteggi espressi dagli esperti con quelli espressi dagli studenti del GS e del GC nelle due occasioni di rilevazione con questionario. Si può agevolmente notare come esista un certo divario [specie con riferimento ad alcuni item, come ad esempio, "reattori nucleari", "raggi cosmici", "centrale nucleare", ecc., rispetto ai quali emerge una tendenza a sovrastimare la portata dei rischi] tra i punteggi medi degli esperti e quelli degli intervistati, ma anche come siano sostanzialmente impercettibili le differenze tra i punteggi espressi dai due gruppi in analisi, anche tra una rilevazione e l'altra.

Tab. 4.119. – Fonti: Medie dei punteggi di esperti e studenti (GS e GC;  $T_1$  e  $T_2$ ) per item

	Media punteggi esperti	Media punteggi $T_1$ GS	Media punteggi $T_1$ GC	Media punteggi $T_2$ GS	Media punteggi $T_2$ GC
1. Rocce di origine vulcanica	3,1	3,6	3,3	4,5	3,9
2. Esami radiologici e medicina nucleare	4,1	5,5	5,5	5,7	5,6
3. Reattori nucleari	<b>4,9</b>	8,2	8,3	8,0	8,0
4. Le mura delle abitazioni costruite con pietre di tufo di origine vulcanica	5,3	4,7	4,4	5,5	4,9
5. Raggi cosmici (un tipo di raggi provenienti dallo spazio)	<b>1,9</b>	6,7	6,5	6,3	6,2

Tab. 4.120. – Impianti: Medie dei punteggi di esperti e studenti (GS e GC;  $T_1$  e  $T_2$ ) per item

	Media punteggi esperti	Media punteggi $T_1$ GS	Media punteggi $T_2$ GS	Media punteggi $T_1$ GC	Media punteggi $T_2$ GC
1. Industria chimica	7,0	5,9	6,0	5,7	5,8
2. Inceneritore di rifiuti	4,2	5,9	5,8	6,1	5,8
3. Centrale nucleare	<b>5,6</b>	8,5	8,6	8,3	8,4
4. Diga	3,5	3,7	3,5	4,1	4,0
5. Discarica	5,5	5,6	5,6	5,6	5,5
6. Centrale a petrolio	<b>4,4</b>	6,6	6,5	6,3	6,4
7. Centrale a carbone	4,4	5,4	5,3	5,7	5,5
8. Antenne	<b>2,8</b>	5,0	4,7	5,0	4,9

Tornando alla valorizzazione in sede di analisi del giudizio degli esperti, a partire da ciascun item delle batterie considerate (escludendo, per ovi motivi, le risposte degli intervistati codificate con 11 e 12: *Non so valutare il pericolo/Non conosco l'impianto*), sono state costruite 13 (5 + 8) nuove variabili, come *scarto* dalle singole medie dei punteggi degli esperti. I valori ottenuti di segno negativo rappresentano complessivamente l'area della *sovrastima* dei rischi da parte degli studenti intervistati (*percezione distorta per eccesso*), i punteggi prossimi allo 0 l'*area della congruenza di giudizio* esperti/studenti (*percezione corretta*), quelli positivi indicano un atteggiamento di *sottostima* dei fenomeni valutati (*percezione distorta per difetto*).

La media generale relativa ad ogni singola batteria (3,9 e 4,7) è stata calcolata al fine di applicare una metodologia standard di semplificazione delle variabili-scarto ottenute.

Nel caso della media pari a 3,9 il minimo teorico ottenibile (immaginando uno studente che esprima giudizio 10) è pari a -6,1, mentre il massimo teorico ottenibile (immaginando questa volta uno studente che si esprima con punteggio 0) è uguale a +3,9 (nel caso della media pari a 4,7 i valori di minimo e massimo teorici sono, invece, -5,3 e +4,7). Pensando ad un'area della *congruenza di giudizio* rappresentata dai punteggi oscillanti tra -1 e + 1, le due aree di punteggio (l'una nega-

tiva, l'altra positiva] relative alla sovrastima e alla sottostima dei fenomeni in esame sono state ripartite entrambe in due parti (con una suddivisione equa dei *range*, tenendo conto di minimo e massimo teorici, generalmente non coincidenti con i valori empirici riscontrati per singolo item): *forte sovrastima* [-6,10/-3,61: prima batteria; -5,30/-3,21: seconda batteria] e *sovrastima* [-3,60/-1,11: prima batteria; -3,20/-1,11: seconda batteria], da un lato, *sottostima* [+1,10/+2,50: prima batteria; +1,10/+2,90: seconda batteria] e *forte sottostima* [+2,51/+3,90: prima batteria; +2,91/+4,70: seconda batteria], dall'altro.

Utilizzando, pertanto, le variabili ottenute nella loro versione ricodificata in 5 livelli, si sono ottenuti gli incroci tra ogni singola variabile legata alla percezione del rischio al  $T_1$  e al  $T_2$ , sempre tenendo distinti GS e GC (cfr. Allegato 6, Tabb. 4.121.-4.133.). Gli aspetti particolarmente interessanti da valutare in ogni singola tabella sono rappresentati rispettivamente da:

- i *passaggi dalla incongruenza di giudizio* (percezione distorta: sovrastima, forte e non, e sottostima, forte e non) *alla congruenza* (percezione corretta);
- la *stabilità in termini di congruenza di giudizio*.

D'altra parte, ogni singolo, anche piccolo, passaggio è di per sé interessante, comprese anche talune forme di incoerenza riscontrate nei dati<sup>30</sup>. La peculiarità dei dati riportati nelle tabelle di contingenza è rappresentata dalla loro analiticità; difatti, si è volutamente mantenuta la differenza tra forte sovrastima e moderata sovrastima, tra forte sottostima e moderata sottostima, in modo tale da poter valutare il peso di un tendenziale *allarmismo*, da un lato, e di una *sottovalutazione eccessiva* dei fenomeni prospettati, dall'altro, nel GS e nel GC. Seppure si inviti il lettore ad uno studio attento e analitico dei dati contenuti nelle tabelle proposte, si anticipa sin da ora che i due gruppi non si differenziano in modo netto tra di loro, evidenziando per ciascun item percentuali variabili, eppure sostanzialmente equivalenti, nelle forme di sovrastima, sottostima e congruenza di giudizio (cfr., a titolo esemplificativo, Tab. 4.121.).

---

<sup>30</sup> I grafici riportati in Allegato 6, che seguono rispetto a tale blocco di tabelle (Graff. 4.64.-4.76.), semplificano la lettura di queste ultime, in quanto, attraverso le tipologie proposte, si riducono notevolmente le modalità da considerare e confrontare tra loro (area della sovrastima = percezione distorta per eccesso; area della congruenza di giudizio = percezione corretta; area della sottostima = percezione distorta per difetto).

Tab. 4.121. - Grado di pericolosità attribuito alle rocce di origine vulcanica ( $T_2$ ) \* Grado di pericolosità attribuito alle rocce di origine vulcanica ( $T_1$ ) in base all'appartenenza della scuola al GS/GC - Punteggi corretti in base al giudizio degli esperti

		Grado di pericolosità attribuito alle rocce di origine vulcanica ( $T_2$ ) * Grado di pericolosità attribuito alle rocce di origine vulcanica ( $T_1$ ) in base al giudizio degli esperti						Grado di pericolosità attribuito alle fonti di radiazioni ionizzanti: rocce di origine vulcanica-scario $T_1$ (giudizio esperti/studenti)			Totale
		Forte sovrastima	Sovrastima	Congruenza	Sottostima	Forte sottostima	Totale	Sottostima	Forte sottostima	Totale	
GS	Grado di pericolosità attribuito alle rocce di radiazioni ionizzanti: rocce di origine vulcanica-scario $T_2$ (giudizio esperti/studenti)	Forte sovrastima	34	25	33	2	8	102			
			48,5	21,4	22,1	2,3	8,3	19,7			
		Sovrastima	25	51	44	21	18	159			
			35,7	43,6	29,5	24,1	18,8	30,6			
		Congruenza	9	26	53	35	26	149			
			12,9	22,2	35,6	40,3	27,1	28,7			
GS	Sottostima		10	14	23	17	64				
			8,5	9,4	26,4	17,7	12,3				
		Forte sottostima	2	5	5	6	27	45			
			2,9	4,3	3,4	6,9	28,1	8,7			
			70	117	149	87	96	519			
			100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0			
GC	Grado di pericolosità attribuito alle rocce di radiazioni ionizzanti: rocce di origine vulcanica-scario $T_2$ (giudizio esperti/studenti)	Forte sovrastima	28	14	14	4	8	68			
			43,1	14,4	8,7	4,1	7,5	12,9			
		Sovrastima	22	51	51	18	10	152			
			33,8	52,6	31,7	14,4	9,4	28,9			
		Congruenza	7	22	64	33	17	143			
			10,8	22,7	39,7	33,6	16,0	27,1			
GC	Sottostima		5	8	27	37	28	105			
			7,7	8,2	16,8	37,8	26,4	19,9			
		Forte sottostima	3	2	5	6	43	59			
			4,6	2,1	3,1	6,1	40,7	11,2			
			65	97	161	98	106	527			
			100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0			

$p=0,000$ ;  $p=0,000$

Se si osservano i grafici riportati in Allegato 6 (cfr. Graff. 4.64.-4.76.), di nuovo, sono pochi (rocce di origine vulcanica, mura di abitazioni costruite con tufo di origine vulcanica) gli incroci risultati statisticamente significativi, insomma quelli che vedono differenziarsi, anche a questo livello, il GS e il GC:

- per quanto riguarda le *rocce di origine vulcanica*, il GS spicca per stabilità nella sovrastima e spostamento verso la coerenza, mentre il GC si caratterizza per stabilità nella sottostima;
- per quanto concerne le *mura di abitazioni costruite con tufo di origine vulcanica*, il GS spicca per stabilità nella sovrastima, mentre il GC si caratterizza per stabilità nella sottostima;
- per il resto, senza differenze particolari tra un gruppo e l'altro, ciascun elemento considerato (fonte o impianto che sia) si caratterizza, complessivamente, per una o l'altra delle tendenze possibili. Si ricorda, ad esempio, la stabilità nella sovrastima, con percentuali elevatissime in entrambi i gruppi, per quanto riguarda i *reattori nucleari*.

Quest'ultimo punto porta ad esplicitare alcune importanti riflessioni. La *paura del nucleare* è forte, resiste nel tempo, non risulta meglio gestita neanche dai ragazzi del GS, che hanno beneficiato dell'intervento formativo e, in molti casi, hanno acquisito maggiori competenze in materia. E pensare che, peraltro, fra la prima e la seconda rilevazione non si è verificato alcun evento, di carattere locale o globale (risale a giusto qualche mese dopo – marzo 2011 – il terremoto in Giappone e l'esplosione della centrale nucleare di Fukushima), in grado di influenzare le risposte degli intervistati<sup>31</sup> (cfr. Par. 1.4.). Il ricordo del disastro ambientale di Chernobyl (probabilmente affrontato e discusso anche in circostanze diverse rispetto alla lezione dei tecnici ISPRA ed in più sedi), comunque avvenuto addirittura prima della nascita dei ragazzi intervistati, ha evidentemente rivestito un certo ruolo nel corso della rilevazione, e ciò al di là dell'apprendimento di nozioni sui costi (gli esperti, in relazione agli attuali impianti nucleari, hanno parlato nel corso della lezione di *probabilità remota* di incidente), ma anche sui benefici legati all'uso dell'energia nucleare<sup>32</sup>.

Seguendo il modello teorico illustrato nelle pagine precedenti (cfr. Fig. 4.3.) ed introducendo nell'analisi, oltre alla distinzione tra GS e GC, anche quella tra peggiorati e migliorati al test di competenza, non si aprono gli scenari ipotizzati; difatti:

---

<sup>31</sup> In ogni modo, si può ipotizzare che GS e GC, equivalenti, come si ricorderà, in  $T_1$  rispetto ad una serie di variabili di base considerate e in quanto a competenze sul tema della radioattività (cfr. Cap. 3), di fronte a tale evento straordinario, avrebbero reagito nel medesimo modo.

<sup>32</sup> Si ricorda al lettore che il lessico utilizzato nella predisposizione delle slide è volutamente asciutto e il più possibile neutro, dato l'obiettivo di informare e sensibilizzare rispetto ad un dato tema in modo appropriato, obiettivo e corretto (cfr. Allegato 5) e, certamente, non quello di allarmare, o sminuire la portata di alcuni rischi, o ancora impressionare senza rendere consapevoli. La stessa attenzione per il *wording* si è prestata in fase di costruzione del questionario. In particolare, nella sezione di domande che rappresenta il test di competenza si è tentato di gestire al meglio l'utilizzo di termini ed espressioni che potessero influenzare emotivamente i ragazzi e predisporli ad una ricezione distorta dei messaggi degli esperti. Le espressioni riferibili a danni/pericoli (contenute nelle intestazioni di domanda o nelle alternative di risposta – cfr. Allegato 2), come, ad esempio, "effetti mutageni e cancerogeni", "danni alla salute", "effetti somatici", "effetti genetici", "rischio di esplosione", "grave incidente", "persone contaminate e contagiose", "fonti di pericolo", "sostanze chimiche tossiche" sono comunque collocate in contesti linguistici controllati.

- guardando alla modalità della percezione del rischio che interessa di più in questa sede, cioè allo spostamento verso la congruenza di giudizio (percezione corretta del rischio e tendenziale coincidenza tra giudizio degli esperti e degli intervistati), si può affermare che essa sia scarsamente rappresentata (in percentuali sistematicamente al di sotto del 20%), ed in modo pressoché identico, nei due gruppi;
- tale spostamento non solo non è una prerogativa del GS, ma non si associa neanche al miglioramento in quanto a competenze in materia di radioattività;
- lo spostamento verso la percezione corretta del rischio si riferisce ad una quota irrisoria di soggetti, di nuovo in entrambi i gruppi e senza differenze sostanziali tra peggiorati e migliorati, quando l'oggetto del giudizio è rappresentato dai reattori e dalle centrali nucleari (sotto il 10%) – (cfr., a titolo esemplificativo, Tab. 4.134., 4.136., 4.141.; cfr. Allegato 6, Tab. 4.134.-4.146.);
- il quadro non subisce alcun cambiamento se, anziché utilizzare l'indice ottenuto per scarto tra le competenze complessive al  $T_2$  e al  $T_1$ , si ricorra per ciascun item legato alla percezione del rischio (fonti e impianti), alle singole variabili, anch'esse utilizzate in prospettiva diacronica, inserite nel test (che si articolano nelle modalità: "stabilità sulla risposta corretta", "stabilità sulla risposta sbagliata", "cambiamento verso la risposta corretta", "cambiamento verso la

Tab. 4.134. – Giudizio nel tempo sulla pericolosità delle rocce di origine vulcanica [corretto in base alla valutazione degli esperti] \* Scarto test di competenza  $T_2-T_1$  [dicotomica] in base all'appartenenza della scuola al gruppo GS/GC

Appartenenza della scuola al GS/GC			Scarto test di competenza $T_2-T_1$ [dicotomica]		
			Peggiorati	Migliorati	Totale
GS	Tipologia percezione rocce di origine vulcanica ( $T_1$ e $T_2$ )	Stabilità nella coerenza	22	31	53
			11,1	9,7	10,2
		Stabilità nella sovrastima	56	79	135
			28,1	24,7	26,0
		Stabilità nella sottostima	26	47	73
			13,1	14,7	14,1
	Spostamento verso la coerenza	37	59	96	
18,6		18,4	18,5		
Spostamento verso l'incoerenza	58	104	162		
	29,1	32,5	31,2		
Totale			199	320	519
			100,0	100,0	100,0
GC	Tipologia percezione rocce di origine vulcanica ( $T_1$ e $T_2$ )	Stabilità nella coerenza	37	27	64
			13,5	10,7	12,1
		Stabilità nella sovrastima	61	54	115
			22,2	21,4	21,8
		Stabilità nella sottostima	58	56	114
			21,1	22,2	21,6
	Spostamento verso la coerenza	43	36	79	
15,6		14,3	15,0		
Spostamento verso l'incoerenza	76	79	155		
	27,6	31,4	29,5		
Totale			275	252	527
			100,0	100,0	100,0

risposta sbagliata” – cfr. Allegato 6, Graff. 4.1.-4.49.) specificamente connesse con la fonte o l’impianto rispetto al quale si rilevi la percezione di rischio/pericolo<sup>33</sup>.

Tab. 4.136. – Giudizio nel tempo sulla pericolosità dei reattori nucleari (corretto in base alla valutazione degli esperti) \* Scarto test di competenza  $T_2-T_1$  (dicotomica) in base all’appartenenza della scuola al GS/GC

Appartenenza della scuola al GS/GC			Scarto test di competenza $T_2-T_1$ (dicotomica)		Totale
			Peggiorati	Migliorati	
GS	Tipologia percezione reattori nucleari ( $T_1$ e $T_2$ )	Stabilità nella coerenza	1	6	7
			0,4	1,4	1,0
		Stabilità nella sovrastima	220	353	573
			82,7	84,3	83,7
		Stabilità nella sottostima	5	10	15
			1,9	2,4	2,2
	Spostamento verso la coerenza	23	19	42	
	8,6	4,5	6,1		
Spostamento verso l'incoerenza	17	31	48		
	6,4	7,4	7,0		
Totale			266	419	685
			100,0	100,0	100,0
GC	Tipologia percezione reattori nucleari ( $T_1$ e $T_2$ )	Stabilità nella coerenza	4	5	9
			1,1	1,5	1,3
		Stabilità nella sovrastima	311	297	608
			85,5	89,5	87,4
		Stabilità nella sottostima	3	4	7
			0,8	1,2	1,0
	Spostamento verso la coerenza	20	12	32	
	5,5	3,6	4,6		
Spostamento verso l'incoerenza	26	14	40		
	7,1	4,2	5,7		
Totale			364	332	696
			100,0	100,0	100,0

<sup>33</sup> Ad esempio, attraverso il questionario, con riferimento alle rocce di origine vulcanica, si chiede ai ragazzi di segnalare se, a loro parere, gli abitanti in case costruite con pietre di tufo di origine vulcanica siano esposti a radiazioni ionizzanti ed anche di esprimere un giudizio sulla pericolosità delle emissioni delle rocce di origine vulcanica; per i reattori, si chiede in sede di test di fornire una definizione ed in seguito di giudicarli in termini di pericolosità, ecc.

Tab. 4.141. – Giudizio nel tempo sulla pericolosità delle centrali nucleari [corretto in base alla valutazione degli esperti] \* Scarto test di competenza  $T_2-T_1$  (dicotomica) in base all'appartenenza della scuola al GS/GC

Appartenenza della scuola al GS/GC			Scarto test di competenza $T_2-T_1$ (dicotomica)		Totale
			Peggiorati	Migliorati	
GS	Tipologia percezione centrale nucleare ( $T_1$ e $T_2$ )	Stabilità nella coerenza	8	8	16
			2,6	1,7	2,0
		Stabilità nella sovrastima	225	401	626
			74,5	83,2	79,8
		Stabilità nella sottostima	5	12	17
			1,7	2,5	2,2
	Spostamento verso la coerenza	33	28	61	
10,9		5,8	7,8		
Spostamento verso l'incoerenza	31	33	64		
	10,3	6,8	8,2		
Totale			302	482	784
			100,0	100,0	100,0
GC	Tipologia percezione centrale nucleare ( $T_1$ e $T_2$ )	Stabilità nella coerenza	14	7	21
			3,1	1,7	2,5
		Stabilità nella sovrastima	362	338	700
			80,8	83,7	82,1
		Stabilità nella sottostima	3	7	10
			0,7	1,7	1,2
	Spostamento verso la coerenza	26	29	55	
5,8		7,2	6,5		
Spostamento verso l'incoerenza	43	23	66		
	9,6	5,7	7,7		
Totale			448	404	852
			100,0	100,0	100,0

Si può, allora, riprendere quanto accennato precedentemente: l'intervento formativo ha certamente prodotto un accrescimento delle competenze sul tema della radioattività da parte dei giovani coinvolti nell'esperienza di ricerca, ma non ha generato effetti di rilievo sulla percezione del rischio, cioè sulla dimensione affettiva dell'atteggiamento in esame. Oltre a non emergere differenze significative tra GS e GC sul fronte della percezione, non viene in aiuto in tal senso neanche la distinzione tra migliorati e peggiorati nelle competenze: la percezione corretta (e non distorta per eccesso/per difetto) è un tratto minoritario e si distribuisce equamente tra GS e GC, migliorati e peggiorati. D'altronde, talune forme di sovrastima del rischio, che denotano un certo allarmismo, riguardano di nuovo tutti indistintamente, informati (sin dall'inizio o in seguito alla lezione) e non informati, beneficiari o meno dell'intervento formativo.

#### 4.8.3. Altre analisi del mutamento

Come accennato, in via conclusiva, si presentano i dati riferiti ad una serie di ulteriori aspetti, questa volta legati alla dimensione attiva dell'atteggiamento dei giovani verso l'ambiente, indagati attraverso il questionario, di cui possono cogliersi le

eventuali evoluzioni tra prima e seconda rilevazione, sempre confrontando GS e GC<sup>34</sup>. Per cogliere le caratteristiche della tecnica di sintesi (abbinando T<sub>1</sub> e T<sub>2</sub>) che ha portato alle tipologie proposte, si rimanda alle Tabelle 4.147.-4.150. riportate in Allegato.

I temi su cui sono state prodotte le sintesi sono:

- *l'informazione su temi di attualità;*
- *l'assunzione di comportamenti eco-compatibili;*
- *l'abitudine a discutere di questioni ambientali in diversi contesti;*
- *l'approfondimento del tema della radioattività a scuola;*

Le distribuzioni di frequenza, riportate al completo nello stesso Allegato (cfr. tabb. 4.151.-4.154.), consentono di cogliere, complessivamente, la diffusione di ogni singolo tipo individuato nel campione di riferimento. Ad esempio, sono risultate particolarmente consistenti le percentuali di:

- coloro che si caratterizzano per stabilità nell'informarsi assiduamente (64,9%);
- quanti continuano a discutere in più contesti su questioni ambientali (40,6%);
- coloro che, sia al T<sub>1</sub> che al T<sub>2</sub>, non mettono in pratica comportamenti eco-compatibili (58,8%);
- quanti, né al T<sub>1</sub>, né al T<sub>2</sub>, hanno approfondito a scuola il tema della radioattività (39,5%).

Come si evince, infine, dall'analisi dell'ultimo gruppo di grafici riportati in Allegato (cfr. Graff. 4.77.-4.80.), solo due incroci sono risultati significativi. A tal proposito, ciò che si può, in sintesi, sottolineare è che:

- il GC si caratterizza per una tendenza a non discutere o a discutere di meno sui temi ambientali;
- il GS si contraddistingue per stabilità nel discutere sui temi ambientali in più contesti;
- il GC si connota per un'assenza di approfondimento del tema della radioattività a scuola e per una discussione nel corso dell'anno, ma non tra una rilevazione e l'altra;
- infine, per il GS si evidenzia una stabilità sull'approfondimento del tema sia nel corso dell'anno, sia nei 15 giorni che separano una rilevazione dall'altra.

Si tratta, come accennato in premessa, di piccoli spostamenti, ma soprattutto di una tendenza generalizzata alla stabilità tra T<sub>1</sub> e T<sub>2</sub>, spiegati dall'impossibilità per l'intervento formativo (per le modalità in cui si è strutturato, per i tempi complessivi dell'indagine, per le finalità stesse della ricerca-intervento, tutta concentrata sulle competenze in merito ad un tema complesso come la radioattività) di produrre effetti di rilievo sul più ampio stile di vita degli intervistati.

Nulla di più se, come visto per la componente affettiva, viene introdotto nell'analisi l'indice relativo all'evoluzione nel tempo delle competenze sul tema della radioattività (cfr., ad esempio, Tabb. 4.155, 4.157. – cfr. Allegato 6 per l'insieme completo delle tabelle). Di nuovo, è possibile concludere, riprendendo il modello teorico presentato nelle pagine precedenti, che l'intervento formativo abbia avuto effetti di rilievo sul piano delle competenze, differenziando significativamente GS e GC; a competenze aumentate, in ogni modo, non si sono associati una percezione del rischio ambientale più vicina al dato effettivo, né ricadute particolari in termini di pratiche quotidiane e abitudini di vita distintive.

---

<sup>34</sup> Per le modalità di costruzione delle variabili che sono confluite nelle tipologie qui presentate, si rinvia al Capitolo successivo.

Tab. 4.155. - Tipologia informazione su temi di attualità \* Scarto test di competenza  $T_2-T_1$  (dicotomica) in base all'appartenenza della scuola al GS/GC

Appartenenza della scuola al GS/GC			Scarto test di competenza $T_2-T_1$ (dicotomica)		Totale
			Peggiorati	Migliorati	
GS	Tipologia informazione su temi di attualità ( $T_1$ e $T_2$ )	Stabilità nell'informazione saltuaria	12,6	14,2	13,6
		Cambiamento verso una maggiore informazione	6,5	6,8	6,7
		Cambiamento verso una minore informazione	16,8	14,2	15,3
		Stabilità nell'informazione assidua	64,1	64,8	64,4
	Totale		100,0	100,0	100,0
GC	Tipologia informazione su temi di attualità ( $T_1$ e $T_2$ )	Stabilità nell'informazione saltuaria	14,3	12,5	13,5
		Cambiamento verso una maggiore informazione	6,5	7,4	6,9
		Cambiamento verso una minore informazione	17,2	11,0	14,3
		Stabilità nell'informazione assidua	62,0	69,1	65,3
	Totale		100,0	100,0	100,0

Tab. 4.157. - Tipologia comportamenti ecocompatibili \* Scarto test di competenza  $T_2-T_1$  (dicotomica) in base all'appartenenza della scuola al GS/GC

Appartenenza della scuola al GS/GC			Scarto test di competenza $T_2-T_1$ (dicotomica)		Totale
			Peggiorati	Migliorati	
GS	Tipologia comportamenti ecocompatibili ( $T_1$ e $T_2$ )	Stabilità nel mettere in pratica comportamenti ecocompatibili	22,3	26,8	25,0
		Eliminazione di comportamenti ecocompatibili	7,6	6,0	6,7
		Introduzione di comportamenti ecocompatibili	9,8	10,1	10,0
		Stabilità nel non mettere in pratica comportamenti ecocompatibili	60,3	57,1	58,3
	Totale		100,0	100,0	100,0
GC	Tipologia comportamenti ecocompatibili ( $T_1$ e $T_2$ )	Stabilità nel mettere in pratica comportamenti ecocompatibili	24,4	26,8	25,5
		Eliminazione di comportamenti ecocompatibili	5,7	5,6	5,6
		Introduzione di comportamenti ecocompatibili	9,9	9,4	9,7
		Stabilità nel non mettere in pratica comportamenti ecocompatibili	60,0	58,2	59,2
	Totale		100,0	100,0	100,0

## 5. I PRINCIPALI BENEFICIARI DELL'INTERVENTO FORMATIVO: AREE DI ECCELLENZA O MIGLIORAMENTO DIFFUSO?

di Maria Paola Faggiano

---

### 5.1. Indici di miglioramento, dotazione al T<sub>1</sub> e intervento formativo

Nella presente sezione di lavoro si tenterà di rispondere ad una serie di interrogativi cruciali nell'ambito dell'indagine illustrata, riprendendo anzi tutto un quesito già sollevato e risolto nel capitolo precedente: *Quanto ha funzionato l'intervento formativo? Quale bilancio può tracciarsi confrontando i risultati ottenuti sul piano delle competenze sul tema della radioattività, in una prospettiva diacronica di analisi, nel gruppo sperimentale e nel gruppo di controllo?* Come ampiamente approfondito, il GS si caratterizza per una migliore performance complessiva al T<sub>2</sub> rispetto al GC, in sostanza per un miglioramento significativamente più spiccato delle competenze sul tema della radioattività in seguito all'intervento formativo. Peraltro, si è avuto modo di sottolineare come, oltre ai risultati ottenibili sulla base delle misure sintetiche di competenza predisposte, emergano altre evidenze empiriche di rilievo al livello dei singoli item del test. In tal senso, se è possibile ricordare che il GS, quasi sistematicamente, si associa ad un maggior volume di risposte corrette al T<sub>2</sub> rispetto al GC, è anche rilevante considerare che, in taluni casi, i due gruppi non si differenziano particolarmente (si pensi ai nodi tematici particolarmente complessi, risultati ostici per il GS anche dopo l'input della lezione a cura dei tecnici ISPRA), mentre in altri gli scarti percentuali a favore del GS, che si connota così per forti balzi in avanti su specifici temi trattati, superano notevolmente il livello medio di miglioramento.

Gli ulteriori interrogativi che intervengono a questo punto della rendicontazione dei risultati dell'indagine possono essere formulati nel modo seguente:

1. *In quali segmenti del campione ha avuto (eventualmente) maggiore successo l'intervento formativo?* Ciò, più analiticamente, può tradursi in un ulteriore punto di domanda: l'intervento formativo ha funzionato in modo differenziato – consentendo, in tal senso, di evidenziare “aree di eccellenza” e “aree caratterizzate da un miglioramento modesto” – nei diversi sottoinsiemi in cui può essere ripartito il GS (sempre operando un confronto costante con il GC), oppure ha agito (producendo, comunque, un miglioramento complessivo rispetto al GC) in misura pressoché identica con riferimento a tutti i sottoinsiemi ora richiamati?
2. *Esiste, per così dire, una “dotazione all'ingresso” (ad esempio, un certo livello di capitale culturale, piuttosto che una particolare modalità – supponiamo l'essere donna – di una variabile ascritta come il genere, o ancora, un certo atteggiamento/comportamento – ad esempio, la sensibilità verso le tematiche ambientali) che caratterizza lo studente del GS sin dalla prima rilevazione, tanto da renderlo più o meno ricettivo rispetto all'intervento stesso?*

L'analisi che si presenterà nelle pagine seguenti costituisce un'applicazione del modello trivariato della specificazione, in cui gli stati delle variabili intervenienti selezionate si riferiscono al  $T_1$  e, rispetto ad X (variabile sperimentale) e ad Y (indici costruiti con lo scopo di rilevare l'evoluzione nel tempo delle competenze in materia di radioattività), sono tutte antecedenti. L'introduzione di tali variabili, che non sono in alcuna relazione con la X (alcuni dei controlli effettuati sono stati presentati nel Capitolo 3), risponde all'obiettivo di individuare e circoscrivere le condizioni empiriche che devono darsi affinché un certo tipo di "causa" (in questo caso la partecipazione ad un incontro formativo sul tema della radioattività da parte degli studenti del GS) produca appieno un determinato tipo di "effetto" (avanzamento delle competenze), fissando, così, il campo di validità di una relazione. Pertanto, se il punto di partenza è rappresentato dal riscontro della relazione tra X e Y (la partecipazione all'intervento formativo a cura dei tecnici ISPRA produce un accrescimento delle competenze sul tema in modo significativamente più consistente nel GS rispetto al GC; cfr. Cap. 4), il suo "approfondimento" alla luce di una serie di variabili disponibili in matrice consiste nell'evidenziare quale sia stato il terreno più fertile per l'attecchimento degli stimoli formativi, consentendo di individuare quali caratteristiche possedano i soggetti risultati particolarmente sensibili alla ricezione degli input formativi, quelli che, in altri termini, si sono caratterizzati per le migliori performance sul test di competenza al  $T_2$ . Tra le variabili inserite nel disegno di analisi (cfr. Tavv. 5.2. e 5.5) figurano, peraltro, gran parte di quelle prese in considerazione nel Capitolo 4 con riferimento alle componenti affettiva e attiva dell'atteggiamento verso l'ambiente; in questa sede esse sono esaminate al  $T_1$ , in termini di "dotazione all'ingresso", nel Capitolo precedente al  $T_2$ , in considerazione del modello teorico adottato (cfr. Par. 4.8. e Fig. 4.3.).

Per rispondere agli interrogativi sopra esplicitati si è proceduto anzi tutto alla costruzione di due *indici di miglioramento* sintetici (del tutto simmetrici tra di loro), che consentono di cogliere in via analitica e semplificata tutte le associazioni degne di nota, tenendo sempre distinti il GS e il GC. Tutto ciò con riferimento ai numerosi sottoinsiemi in cui si articola il campione di riferimento introducendo nell'analisi, in successione, una serie di variabili - ascritte e di atteggiamento/comportamento -, che costituiscono le chiavi di lettura essenziali per il controllo dettagliato del miglioramento nel tempo delle competenze sul tema della radioattività (cfr. modello di analisi, Par. 1.1.4.).

Dando conto dei passaggi logico-procedurali che hanno portato alla costruzione degli indici di miglioramento cui si è accennato ed in seguito esplicitando le modalità di costruzione di ulteriori due indici, si avrà l'occasione di esplicitare le prospettive di analisi assunte nello studio del cambiamento con riferimento alle competenze in materia di radioattività. Con l'obiettivo di consentire al lettore di comprendere fino in fondo il sistema delle procedure incorporate nel piano di analisi dei dati, si procederà, inoltre, all'illustrazione delle tecniche utilizzate al fine di predisporre le variabili adottate in qualità di chiavi di lettura.

Si è già più volte ribadito che l'obiettivo principale della campagna messa in atto fosse quello di informare diffusamente tutto il campione selezionato per l'intervento formativo, ottenere, quindi, un avanzamento generalizzato delle competenze dei giovani coinvolti nella ricerca in tema di radioattività. La complessità del tema stesso, i tempi stabiliti per la lezione a cura dei tecnici ISPRA, le competenze piuttosto modeste in partenza ( $T_1$ ) hanno lasciato presupporre fin dall'esordio come

non ci si potesse attendere un miglioramento delle competenze diffuso e al contempo ampio. Semplificando, per il momento, al massimo i risultati ottenuti, si può affermare che gli esiti della ricerca non si sono discostati poi tanto dallo scenario ipotizzato in fase di avvio: il miglioramento caratterizza complessivamente il GS più che il GC e si manifesta in modo piuttosto diffuso senza particolari picchi in specifici sottogruppi<sup>1</sup>. Tenendo conto di ciò e delle ragioni sopra esposte, si è pensato anzi tutto di progettare un indice (in realtà un doppio indice) che desse conto in modo efficace, semplice e diretto dell'entità del miglioramento (complessivamente inteso, quindi senza considerare differenze tra tipi di avanzamento delle conoscenze, tra livelli di intensità del miglioramento stesso) in ciascun target considerato rispetto al peggioramento, nuovamente analizzato come unica grande classe di soggetti [cfr. variabile costruita come scarto tra punteggio complessivo di competenza al  $T_1$  e punteggio al  $T_2$  in Par. 4.5., qui utilizzata nella sua versione ultrasemplificata: *peggiorati vs. migliorati*].

Nello specifico, l'*indice di miglioramento 1* è un rapporto di coesistenza che vede al numeratore il *numero di migliorati* al test di competenza sul tema e al denominatore il *numero di peggiorati*, cioè per ogni sottocampione individuabile all'interno del GS o del GC attraverso l'articolazione in modalità di ciascuna variabile interveniente introdotta. È evidente che la situazione ideale, non riscontrata empiricamente in alcun istituto scolastico, è quella in cui si riscontrino unicamente soggetti migliorati in quanto a competenze (peggiorati = 0), mentre la più sfavorevole rispetto agli obiettivi della ricerca-intervento è quella in cui, al contrario, sia pari a 0 il numero di migliorati e figurino solo soggetti peggiorati tra una rilevazione e l'altra. Inoltre, si evidenzerebbe una situazione di assoluto bilanciamento (indice pari a 1) nel caso in cui il numero di peggiorati e migliorati coincidesse perfettamente. Analizzando quanto sia emerso nell'effettiva pratica della ricerca, si può, ad esempio, osservare che il Liceo classico Tacito di Roma (GS) ha un valore sull'indice pari a 1,2 e che il Liceo scientifico Majorana registra sull'indice il valore 3; ciò equivale a dire che nel primo istituto scolastico per ogni peggiorato esiste una quantità di migliorati pari in media a 1,2, mentre nel secondo la proporzione è di 3 migliorati per ogni peggiorato. Tali valori sono confrontabili con tutti quelli riferiti agli altri istituti scolastici del GS con quelli delle scuole coinvolte nel GC, nonché, infine, con il valore medio complessivo riferito al GS (1,5; cfr. Tav. 5.1.) o al GC (0,9) indipendentemente dalla loro suddivisione interna in sottocategorie.

L'*indice di miglioramento 2* è stato ottenuto calcolando lo scarto tra *numero di migliorati* al test di competenza (M) e *numero di peggiorati* (P), rapportato al totale degli studenti raggiunti della singola sottocategoria in esame e moltiplicato per 100 (come si può leggere agevolmente nelle Tavv. 5.1. e 5.2. tale indice si esprime in valori percentuali). Anche in questo caso si possono immaginare la situazione

---

<sup>1</sup> All'interno del Par. 1.4.1., in cui si esaminano i fattori della validità interna, si anticipa, sulla base dei risultati dell'indagine, che, tra gli altri, il *fattore selezione* risulta essere controllato; a questo proposito, nel Cap. 3 si presentano dettagliatamente i dati relativi all'equivalenza tra GS e GC al  $T_1$  rispetto alle principali variabili di base e alle conoscenze in materia di radioattività. Quanto sopra preannunciato con riferimento al miglioramento diffuso delle competenze nel GS (piuttosto che in suoi specifici sottoinsiemi) in seguito alla lezione dei tecnici ISPRA rappresenta un'ulteriore conferma del perfetto controllo del fattore in esame: in sede di intervento formativo, i principali effetti, in termini di miglioramento delle competenze, si registrano ad opera dell'azione di X presa singolarmente, quindi non in seguito a particolari interazioni tra essa ed altre variabili.

ideale per la ricerca (sono tutti migliorati: M - O), quella più sfavorevole (sono tutti peggiorati: O - P), quella che, a livello aggregato, non si associa ad un incremento/decremento delle competenze, ma alla stabilità (M-P = O). Andando ai risultati effettivamente ottenuti e scegliendo, ad esempio, la variabile "genere" - una volta prodotto lo scarto tra migliorate e peggiorate, rapportato il risultato ottenuto al totale delle ragazze raggiunte in tutte le occasioni di ricerca (ad es. doppia rilevazione e intervento formativo per il GS) e moltiplicato per 100 -, si evidenzia agevolmente come le studentesse siano migliorate più dei loro compagni di scuola di genere maschile; difatti, a fronte di una media percentuale pari a 20,2%, le ragazze registrano un tasso di miglioramento pari al 27,6%, i ragazzi pari a 14,7% [cfr. Tav. 5.2].

Passando alle variabili utilizzate come intervenienti nel corso dell'analisi della "dotazione all'ingresso", figurano sia *variabili ascritte*, sia *variabili di atteggiamento/comportamento* [cfr. Tav. 5.1, 5.2]. Di seguito si descrivono le principali operazioni di semplificazione e di sintesi applicate al set di variabili selezionate ai fini dell'analisi e si esplicitano le ipotesi in base alle quali si è proceduto ai controlli trivariati:

- *l'istituto scolastico* in cui è avvenuta la rilevazione: si tratta di una variabile articolata in 24 modalità, tante quante sono le scuole coinvolte nell'indagine, 12 per il GS e 12 per il GC, 8 licei (4 per il GS, uno per ciascun contesto di rilevazione, 4 per il GC, secondo lo stesso schema), 8 istituti tecnici, 8 istituti professionali (sempre secondo la medesima articolazione interna) - informazione rilevata sul frontespizio del questionario [cfr. Allegato 2]<sup>2</sup>. Si è ipotizzato che le scuole selezionate avrebbero risposto in modo più o meno positivo agli input provenienti dall'esperienza di ricerca nel suo complesso (ed in particolare, per il GS, dall'intervento formativo) in ragione del grado di interesse verso il tema della ricerca mostrato dai docenti delle classi inserite nel campione, della volontà a collaborare con lo staff di ricerca da parte dei dirigenti scolastici e dei loro più stretti collaboratori, del clima creatosi durante la lezione dei tecnici ISPRA e nel corso della due rilevazioni, del profilo formativo di ciascuna scuola, ecc.
- *La città* in cui è avvenuta la rilevazione - informazione rilevata sul frontespizio del questionario (*ibid.*). Come si ricorderà, ogni contesto prescelto, ad eccezione di Frosinone, è interessato dall'emissione di radiazioni ionizzanti da parte di fonti naturali o artificiali; si è immaginato che l'eventuale consapevolezza di vivere in un contesto caratterizzato dal fenomeno della radioattività potesse associarsi ad una maggiore ricettività rispetto agli input formativi sul tema.
- *Il tipo di scuola*, informazione ricavata a partire dall'*istituto scolastico*. Si è ipotizzato che gli studenti delle scuole che prevedessero materie e programmi di studio prossimi al tema in analisi potessero essere avvantaggiati in partenza sul piano delle competenze e migliorare nel tempo più degli altri (si pensi, ad esempio, a realtà scolastiche come l'istituto tecnico industriale o il liceo scientifico). Con specifico riferimento ai liceali, si è, inoltre, immaginato un più spiccato avanzamento delle loro competenze rispetto agli altri studenti, tenendo conto, ad esempio, della particolare complessità dei loro programmi di studio e, per così dire, di un certo stile di lavoro (in ipotesi connesso ad una maggiore concentra-

<sup>2</sup> Cfr. Par. 4.7. per i risultati ottenuti in seguito all'applicazione di un modello di analisi della varianza fattoriale in cui è controllata l'azione delle variabili "Tipo di scuola", "Città" e "Appartenenza al GS/GC" rispetto al punteggio di competenza al T<sub>1</sub> e al T<sub>2</sub>.

zione ed attenzione in aula nel corso della lezione dei tecnici ISPRA] derivante dall'abitudine a "scontrarsi" con contenuti astratti (esercizio della logica), nonché ad affrontare notevoli carichi di lavoro per casa [abitudine all'impegno].

- Il *genere* (*ibid.*, cfr. d. 38). In molti studi emerge come le donne si caratterizzano ai diversi livelli di formazione per carriere scolastiche più brillanti rispetto ai coetanei maschi, in virtù di stili educativi differenziati e modalità di gestione del tempo (da dedicare allo studio e alle altre attività) che comportano un maggiore successo scolastico (per approfondimenti, cfr. Besozzi, 2006; Schizzerotto, 1997; Gambetta, 2000; Fasanella e Tanucci, 2006). Anche in questa sede si è ipotizzato che le ragazze potessero rispondere meglio dei ragazzi agli stimoli provenienti dalla ricerca-intervento migliorando in modo più deciso sul piano delle competenze (ed in relazione ad un tema specialistico e complesso).
- Il *capitale culturale*, indice tipologico che deriva dalla sintesi delle variabili, previamente semplificate, legate al *livello di istruzione dei genitori* dell'intervistato (*ibid.*, cfr. d. 36). In tal caso, si è pensato che potessero risultare particolarmente sensibili rispetto ai temi dell'indagine gli studenti provenienti da ambienti familiari stimolanti sul piano culturale, in cui fosse probabilmente frequente lo scambio di opinioni e il dibattito su temi di attualità come quello del nucleare.
- La *posizione nel percorso formativo*, variabile ricodificata a partire dall'*anno scolastico* di riferimento (I-V anno) – informazione rilevata sul frontespizio del questionario (*ibid.*). Si è ipotizzato che i ragazzi più avanti negli studi, in virtù di una maggiore età, maturità ed esperienza scolastica, potessero essere maggiormente predisposti rispetto ai colleghi più giovani (ad esempio, quelli del biennio) a recepire i contenuti della lezione dei tecnici ISPRA.
- La *tipologia di informazione su temi di attualità al T<sub>1</sub>* (*ibid.*, d. 35): deriva dalla ricodifica in punteggi da 0 a 4 (dalla minima alla massima fruizione) delle modalità dei singoli item contenuti nella batteria di domande; dalla costruzione e semplificazione di due indici additivi, l'uno legato ai canali di informazione mediale, l'altro ai canali personali; dalla combinazione in una tipologia finale (4 tipi) dei due precedenti indici. L'ipotesi sottostante era, in tal caso, che gli studenti più informati e che ricorressero a canali di informazione diversificati fossero quelli più attrezzati in partenza a comprendere ed interiorizzare le nozioni ed informazioni loro trasmesse.
- L'*interesse per la politica al T<sub>1</sub>*, semplificazione della variabile originaria a cinque modalità (*ibid.*, cfr. d. 33). Si è immaginato che i ragazzi maggiormente interessati alla politica – quindi a temi di attualità e, in generale, a quanto accade nel proprio Paese e nel mondo – potessero anche dimostrare maggiore interesse per la lezione ISPRA e, quindi, caratterizzarsi per una particolare inclinazione all'apprendimento.
- L'*orientamento politico al T<sub>1</sub>*, semplificazione della variabile originaria (escludendo i casi classificati al centro, data la loro inconsistenza numerica) a otto modalità (*ibid.*, cfr. d. 34). Si è pensato che i ragazzi di centro-sinistra, in considerazione dei temi e dei problemi particolarmente dibattuti all'interno dell'area politica di appartenenza – tra cui ambiente, nucleare e consumo sostenibile – potessero manifestare un'inclinazione maggiore degli altri (di centro-destra o senza alcuna collocazione) all'apprendimento in materia di radioattività.
- La *presenza di tumori e malformazioni genetiche tra amici e familiari al T<sub>1</sub>*; deriva dalla dicotomizzazione delle modalità originarie (6) riferite ai singoli item ("un

caso” e “più di un caso” sia “in famiglia” sia “tra gli amici”; “no” e “non so”), da un’operazione di conteggio e dicotomizzazione operata sui gruppi “patologie tumorali e malformazioni genetiche” e “altri tipi di malattia”, dalla combinazione delle informazioni sintetizzate in tre tipi finali (*ibid.*, cfr. d. 29). In questo caso si è ipotizzata una relazione tra la consapevolezza della presenza di gravi malattie (è noto, peraltro, come tumori e malformazioni genetiche siano a vario titolo connessi con il fenomeno della radioattività) tra familiari e/o amici e un maggiore interesse per il tema in analisi, derivante da uno speciale *background* in ingresso rispetto ai temi trattati a lezione.

- *L’assunzione di comportamenti eco-compatibili*: deriva dalla dicotomizzazione (in “assiduità” e “saltuarietà” delle pratiche) delle modalità originarie degli item 5 e 7 (*ibid.*, cfr. d. 30) e dalla ricombinazione delle informazioni semplificate in due tipi finali (gli altri item sono stati esclusi dalla costruzione dell’indice in quanto o non necessariamente legati alla sfera della eco-compatibilità, o perché connessi a problemi di comprensione del significato da parte degli intervistati in sede di rilevazione, o perché riferibili ad una parte del campione e non a tutti gli studenti raggiunti – cfr. a questo proposito “controllare la carburazione del motorino”, che non tutti i rispondenti possedevano). Si è ritenuto che gli studenti abituati a mettere in pratica nella quotidianità comportamenti eco-compatibili potessero mostrare più degli altri una propensione ad apprendere in materia di radioattività.
- *Il grado di pericolosità attribuito alle fonti di radiazioni ionizzanti* (5 in tutto: “rocce di origine vulcanica”, ecc.): i punteggi originali (min 0/max 10) sono stati ricodificati in due nuove modalità, “basso” (0-5) e “medio-alto” (6-10), a cui si aggiungono, insieme per semplicità, le modalità “non so/non conosco” (*ibid.*, cfr. d. 24). Si è immaginato che coloro che non sapessero valutare la pericolosità delle fonti di radiazioni ionizzanti o non avessero competenze sufficienti per procedere ad esprimere un giudizio nel corso della prima compilazione fossero, data una condizione di neutralità sul piano affettivo al  $T_1$ , nelle condizioni ideali (rispetto ai ragazzi espressi con elevati o bassi punteggi, quindi portatori di un sentimento di allarmismo o, al contrario, di sottovalutazione del pericolo) per recepire nozioni ed informazioni (quindi successivamente formarsi delle opinioni personali in seguito a ragionamento) su un tema complesso e controverso come quello della radioattività<sup>3</sup>.
- *Il livello di status socio-economico familiare*, indice tipologico che deriva dalla sintesi delle variabili, previamente ricodificate e semplificate (*ibid.*, cfr. d. 37 – domanda originaria aperta), legate al *livello di status socio-economico dei genitori* dell’intervistato. In considerazione del fatto che, generalmente, un elevato status socio-economico familiare si associa ad un alto capitale culturale, valgono le considerazioni poc’anzi espresse in merito a quest’ultimo. Peraltro, è plausi-

<sup>3</sup> Cfr. Par. 4.8. per approfondimenti sulla percezione di pericolosità di fonti di radiazioni ionizzanti/impianti industriali corretta sulla base del giudizio di un gruppo di esperti in materia (percezione distorta in eccesso/per difetto; percezione prossima al dato effettivo). Rispetto a tale set di variabili, si è immaginato che i ragazzi meglio predisposti al  $T_1$  rispetto all’intervento formativo fossero quelli caratterizzati da una percezione non distorta del rischio (sostanzialmente coincidente con quella degli esperti chiamati in causa), piuttosto che connotati da un atteggiamento di allarmismo (sovrastima) o di sottostima dei pericoli connessi a ciascuna fonte.

bile ipotizzare che nei contesti familiari più agiati, siano anche più diffuse particolari forme di attenzione verso l'ambiente e talune pratiche quotidiane (si pensi, ad esempio, alle varie forme di consumo eco-sostenibile, ad un certo tipo di associazionismo, all'alimentazione bio e ai suoi costi rispetto ad un comune stile alimentare che preveda il risparmio economico). Per tali ragioni, si è immaginato che potessero rispondere meglio all'input formativo i ragazzi provenienti da famiglie ad elevato status.

- La *presenza di fonti di radiazioni ionizzanti nei pressi della scuola frequentata* (*ibid.*, cfr. d. 25)<sup>4</sup>.

La tavola riportata di seguito (cfr. Tav. 5.1.) contiene i risultati sui due indici di miglioramento per ciascuna delle 24 scuole campionate nell'indagine (cfr. *legenda* per l'interpretazione dei valori). La tavola successiva (cfr. Tav. 5.2.) contiene i risultati riferiti a tutti i sottocampioni, in cui si articolano rispettivamente il GS e il GC, individuati attraverso le variabili intervenienti selezionate ai fini dell'analisi.

---

<sup>4</sup> Cfr. considerazioni espresse con riferimento alla variabile interveniente "città" (si ricorda che nel contesto metropolitano di Roma si è optato per la scelta di istituti scolastici gravitanti tutti nell'area Casaccia, dove si colloca il Centro di ricerca dell'Enea – cfr. Parr. 1.1. e 1.2.).

Tav. 5.1. – Indici di miglioramento 1 e 2 nei singoli istituti scolastici in base all'appartenenza della scuola al GS/GC

Appartenenza della scuola al GS/GC			Indice di miglioramento 1	Indice di miglioramento 2 [%]
GS	Scuola	Liceo classico Cornelio Tacito	1,2	9,5
		IPSSAR via Cesare Lombroso 118	<b>1,6</b>	<b>23,8</b>
		ITIS via Cesare Lombroso 120	1,2	8,2
		Istituto magistrale Fratelli Maccari	1,4	18,2
		IPSI Galileo Galilei	0,9	-4,3
		ITC Leonardo da Vinci	<b>2,5</b>	<b>43,2</b>
		Liceo scientifico E. Majorana	<b>3,0</b>	<b>50,0</b>
		IPSI Enrico Mattei	1,3	12,5
		ITIS G. Marconi	1,4	16,1
		Liceo classico Mariano Buratti	<b>2,2</b>	<b>37,0</b>
		IPSI G. Marconi	<b>1,8</b>	<b>29,2</b>
		ITC P. Savi	0,8	-10,3
		<b>Totale</b>	<b>1,5</b>	<b>20,2</b>
GC	Scuola	Liceo scientifico Archimede	1,3	12
		IPSC T Stendhal (sede Borromeo)	1,2	10
		ITIS Enrico Fermi	1,1	3
		Liceo classico N. Turriziani	0,9	-5
		IPSS Angeloni	1,0	0
		ITG Brunelleschi	0,7	-19
		Liceo classico Dante Alighieri	1,0	2
		IPAA San Benedetto	0,4	-42
		ITC Galilei	1,1	6
		Liceo scientifico P. Canonica	1,1	4
		ISS F. Orioli	0,7	-16
		Istituto Magistrale Santa Rosa	0,4	-44
		<b>Totale</b>	<b>0,9</b>	<b>-7,2</b>

Miglioramento Lieve miglioramento/Stabilità

Peggioramento

Tav. 5.2. – Indici di miglioramento 1 e 2 nei sottocampioni individuati alla luce di variabili intervenienti individuali e contestuali in base all'appartenenza della scuola al GS/GC

Variabile	Modalità	GS		GC	
		Indice di miglioramento 1	Indice di miglioramento 2 (%)	Indice di miglioramento 1	Indice di miglioramento 2 (%)
Città	Roma	1,3	13,2	1,2	8,5
	Frosinone	1,6	23,3	0,9	-8,0
	Latina	1,8	28,2	0,9	-7,6
	Viterbo	1,4	17,2	0,7	-20,8
	<b>Totale</b>	<b>1,5</b>	<b>20,2</b>	<b>0,9</b>	<b>-7,2</b>
Tipo di scuola	Liceo	1,8	28,5	0,9	-6,8
	Istituto tecnico	1,3	14,1	0,9	-3,7
	Istituto professionale	1,4	15,8	0,8	-11,3
	<b>Totale</b>	<b>1,5</b>	<b>20,2</b>	<b>0,9</b>	<b>-7,2</b>
Genere	maschio	1,3	14,7	1,0	2,3
	femmina	1,8	27,6	0,7	-17,8
	<b>Totale</b>	<b>1,5</b>	<b>20,2</b>	<b>0,9</b>	<b>-7,2</b>
Capitale culturale	basso	1,1	4,4	0,9	-4,3
	medio	1,7	26,1	0,8	-9,0
	alto	1,5	19,8	0,9	-4,5
	<b>Totale</b>	<b>1,5</b>	<b>20,0</b>	<b>0,9</b>	<b>-6,7</b>
Posizione nel percorso formativo	biennio	1,4	15,8	0,8	-11,3
	triennio	1,6	23,7	0,9	-4,0
	<b>Totale</b>	<b>1,5</b>	<b>20,2</b>	<b>0,9</b>	<b>-7,2</b>
Tipologia informazione su temi di attualità T <sub>1</sub>	Poco informati in generale <sup>5</sup>	1,8	28,7	0,8	-10,7
	Molto informati solo attraverso i canali personali	1,6	22,1	0,7	14,5
	Molto informati solo attraverso i canali mediali	1,3	11,9	0,9	-5,9
	Molto informati in generale	1,5	19,0	0,9	-3,9
	<b>Totale</b>	<b>1,5</b>	<b>20,5</b>	<b>0,9</b>	<b>-7,1</b>
Interesse per la politica T <sub>1</sub>	Non interessati	1,4	16,9	0,8	-9,2
	Interessati	1,6	21,7	0,9	-7,2
	<b>Totale</b>	<b>1,5</b>	<b>19,9</b>	<b>0,9</b>	<b>-7,9</b>
Orientamento politico T <sub>1</sub>	Centro-sinistra	1,4	17,1	1,1	4,4
	Centro-destra	1,6	21,7	0,8	-13,9
	Senza collocazione	1,5	21,3	0,8	-10,3
	<b>Totale</b>	<b>1,5</b>	<b>20,6</b>	<b>0,8</b>	<b>-8,7</b>
Presenza di tumori e malformazioni genetiche tra amici e familiari T <sub>1</sub>	No	1,0	1,5	0,7	-18,3
	No, solo altre malattie	1,7	25,1	0,9	-7,6
	Si	1,6	22,8	0,9	-3,9
	<b>Totale</b>	<b>1,5</b>	<b>20,2</b>	<b>0,9</b>	<b>-7,2</b>

continua

<sup>5</sup> Questo dato, apparentemente anomalo (ci si aspetterebbe, difatti, un miglioramento complessivo più consistente tra i più informati su temi di attualità), è spiegato dal fatto (cfr. la tipologia analitica del cambiamento riportata al Cap. 4) che i meno informati, una volta ricevuto lo stimolo dell'intervento formativo, effettivamente sono migliorati più degli altri in termini percentuali, seppure in modo particolarmente significativo entro l'area dei bassi punteggi di competenza.

segue Tav. 5.2. - Indici di miglioramento 1 e 2 nei sottocampioni individuati alla luce di variabili intervenienti individuali e contestuali in base all'appartenenza della scuola al GS/GC

Variabile	Modalità	GS		GC	
		Indice di miglioramento 1	Indice di miglioramento 2 (%)	Indice di miglioramento 1	Indice di miglioramento 2 (%)
Comportamenti ecocompatibili T <sub>1</sub>	Si	1,7	24,8	0,9	-3,6
	No	1,4	17,7	0,8	-8,6
	<b>Totale</b>	<b>1,5</b>	<b>20,0</b>	<b>0,9</b>	<b>-7,0</b>
Tipologia discussione su questioni ambientali T <sub>1</sub>	Non ne parla in alcun contesto	2,0	33,3	0,7	-18,9
	Ne parla solo a scuola	1,0	1,3	1,0	-2,5
	Ne parla solo in contesti extrascolastici	1,4	15,9	1,1	2,8
	Ne parla in due contesti di cui uno è la scuola	1,6	23,9	0,9	-2,9
	Ne parla in tutti i contesti	1,5	19,9	0,7	-15,9
<b>Totale</b>	<b>1,5</b>	<b>19,9</b>	<b>0,9</b>	<b>-7,1</b>	
Frequenza con cui si è affrontato il tema della radioattività a scuola negli ultimi 12 mesi	No	1,4	17,0	0,9	-7,2
	Si	1,8	27,3	0,8	-8,2
	No, solo in altri contesti	1,3	11,7	0,9	-4,2
<b>Totale</b>	<b>1,5</b>	<b>19,8</b>	<b>0,9</b>	<b>-7,0</b>	
Indicazione problemi ambientali tra le urgenze del pianeta T <sub>1</sub>	No	1,4	17,3	0,9	-6,4
	Si	1,6	21,6	0,9	-7,6
	<b>Totale</b>	<b>1,5</b>	<b>20,2</b>	<b>0,9</b>	<b>-7,2</b>
Grado di pericolosità attribuito alle fonti di radiazioni ionizzanti: rocce di origine vulcanica T <sub>1</sub>	Basso	1,4	18,0	0,9	-6,8
	Medio-alto	1,2	10,3	0,8	-10,7
	Non so/non conosco	1,9	31,0	0,9	-4,0
<b>Totale</b>	<b>1,5</b>	<b>20,4</b>	<b>0,9</b>	<b>-6,5</b>	
Grado di pericolosità attribuito alle fonti di radiazioni ionizzanti: esami radiologici e medicina nucleare T <sub>1</sub>	Basso	1,3	12,3	0,8	-9,2
	Medio-alto	1,7	25,1	0,9	-4,3
	Non so/non conosco	1,7	26,4	0,9	-8,0
<b>Totale</b>	<b>1,5</b>	<b>20,1</b>	<b>0,9</b>	<b>-6,9</b>	
Grado di pericolosità attribuito alle fonti di radiazioni ionizzanti: reattori nucleari T <sub>1</sub>	Basso	1,4	15,1	0,7	-20,8
	Medio-alto	1,5	19,6	0,9	-6,2
	Non so/non conosco	1,7	26,3	0,9	-5,5
<b>Totale</b>	<b>1,5</b>	<b>20,0</b>	<b>0,9</b>	<b>-7,0</b>	

continua

segue Tav. 5.2. - Indici di miglioramento 1 e 2 nei sottocampioni individuati alla luce di variabili intervenienti individuali e contestuali in base all'appartenenza della scuola al GS/GC

Variabile	Modalità	GS		GC	
		Indice di miglioramento 1	Indice di miglioramento 2 [%]	Indice di miglioramento 1	Indice di miglioramento 2 [%]
Grado di pericolosità attribuito alle fonti di radiazioni ionizzanti: mura delle abitazioni costruite in tufo di origine vulcanica T <sub>1</sub>	Basso	1,5	19,2	0,9	-4,2
	Medio-alto	1,5	18,8	0,8	-10,0
	Non so/non conosco	<b>1,6</b>	<b>23,2</b>	0,8	-8,6
	<b>Totale</b>	<b>1,5</b>	<b>20,3</b>	<b>0,9</b>	<b>-7,1</b>
Grado di pericolosità attribuito alle fonti di radiazioni ionizzanti: raggi cosmici T <sub>1</sub>	Basso	1,4	17,5	0,9	-5,1
	Medio-alto	1,4	15,9	0,9	-6,1
	Non so/non conosco	<b>1,8</b>	<b>28,1</b>	0,8	-8,9
	<b>Totale</b>	<b>1,5</b>	<b>20,1</b>	<b>0,9</b>	<b>-6,8</b>
Livello di status socio-economico familiare	Basso	1,5	21,4	0,8	-11,4
	Medio	<b>1,7</b>	<b>25,3</b>	<b>1,0</b>	<b>-1,8</b>
	Alto	1,4	17,6	0,8	-10,2
	<b>Totale</b>	<b>1,6</b>	<b>21,9</b>	<b>0,8</b>	<b>-8,2</b>
Presenza di fonti di radiazioni ionizzanti nei pressi della scuola frequentata T <sub>1</sub>	Si, artificiali	<b>2,7</b>	<b>46,2</b>	0,8	-10,1
	Si, naturali	<b>1,9</b>	<b>31,0</b>	<b>1,1</b>	<b>5,3</b>
	Si, artificiali e naturali	<b>7,0</b>	<b>75,0</b>	<b>2,0</b>	<b>33,3</b>
	Non so	1,4	16,3	0,9	-7,1
	<b>Totale</b>	<b>1,5</b>	<b>20,2</b>	<b>0,9</b>	<b>-6,8</b>
Grado di pericolosità attribuito alle fonti di radiazioni ionizzanti: rocce di origine vulcanica T <sub>1</sub> [corretto]	Sovrastima	1,3	12,2	0,8	-10,4
	Congruenza	<b>1,8</b>	<b>28,8</b>	0,9	-5,7
	Sottostima	1,2	11,0	0,9	-6,8
	<b>Totale</b>	<b>1,4</b>	<b>16,3</b>	<b>0,9</b>	<b>-7,6</b>
Grado di pericolosità attribuito alle fonti di radiazioni ionizzanti: esami radiologici e medicina nucleare T <sub>1</sub> [corretto]	Sovrastima	<b>1,7</b>	<b>25,1</b>	0,9	-4,3
	Congruenza	1,4	17,6	0,8	-11,5
	Sottostima	1,1	4,3	0,9	-6,7
	<b>Totale</b>	<b>1,5</b>	<b>19,0</b>	<b>0,9</b>	<b>-6,6</b>
Grado di pericolosità attribuito alle fonti di radiazioni ionizzanti: reattori nucleari T <sub>1</sub> [corretto]	Sovrastima	1,5	19,6	0,9	-6,2
	Congruenza	1,4	15,6	0,8	-8,6
	Sottostima	1,3	14,3	0,4	-44,4
	<b>Totale</b>	<b>1,5</b>	<b>19,2</b>	<b>0,9</b>	<b>-7,2</b>

continua

segue Tav. 5.2. – Indici di miglioramento 1 e 2 nei sottocampioni individuati alla luce di variabili intervenienti individuali e contestuali in base all'appartenenza della scuola al GS/GC

Variabile	Modalità	GS		GC	
		Indice di miglioramento 1	Indice di miglioramento 2 [%]	Indice di miglioramento 1	Indice di miglioramento 2 [%]
Grado di pericolosità attribuito alle fonti di radiazioni ionizzanti: mura delle abitazioni costruite in tufo di origine vulcanica T <sub>1</sub> (corretto)	Sovrastima	1,6	24,4	0,8	-11,8
	Congruenza	1,2	9,5	0,7	-14,9
	Sottostima	1,5	20,4	1,0	0,7
	<b>Totale</b>	<b>1,5</b>	<b>19,0</b>	<b>0,9</b>	<b>-6,3</b>
Grado di pericolosità attribuito alle fonti di radiazioni ionizzanti: raggi cosmici T <sub>1</sub> (corretto)	Sovrastima	1,4	16,3	0,9	-6,1
	Congruenza	1,4	16,3	0,9	-7,3
	Sottostima	1,6	23,1	1,1	4,3
	<b>Totale</b>	<b>1,4</b>	<b>16,4</b>	<b>0,9</b>	<b>-5,8</b>

Si procederà ad una descrizione sintetica dei principali risultati, premettendo che la tavola precedente si presta ad un doppio livello di lettura:

- *orizzontale*: per ogni sottoinsieme individuato è possibile operare un confronto tra GS e GC sugli indici di miglioramento (ad esempio, Latina migliora più degli altri contesti nel GS, mentre nel GC si attesta sul valore medio dell'indice considerato; ciò significa che ha rappresentato un "terreno fertile" laddove sia intervenuto l'apporto degli esperti ISPRA);
- *verticale*: è possibile procedere ad una lettura d'insieme dei due macrogruppi considerati singolarmente intesi, allo scopo, sul fronte del GS, di evidenziare aree in cui l'intervento abbia avuto particolare successo, sul fronte del GC, di cogliere eventuali aree di miglioramento connesse in tal caso allo stimolo esercitato dalla doppia rilevazione a parità di strumento di rilevazione (quindi di temi trattati).

Una lettura complessiva della tavola (contemporaneamente orizzontale e verticale) consente di formulare un bilancio sulla *intensità* (quanto è forte?), *diffusione* (quanti soggetti include?) e *qualità del miglioramento* (chi comprende nello specifico?).

Veniamo ai risultati salienti:

- le scuole del GS, tranne qualche eccezione, migliorano tutte; spiccano in particolare il Liceo Scientifico E. Majorana di Latina, l'ITC Leonardo Da Vinci di Frosinone, il Liceo Classico Mariano Buratti di Viterbo. Al confronto, le scuole del GC si caratterizzano per una sostanziale stabilità nei risultati tra T<sub>1</sub> e T<sub>2</sub>, o per un lieve/forte peggioramento. È evidente, come ipotizzato, che l'istituto scolastico rappresenti una variabile densa entro la quale agiscano in sinergia numerosi fattori: il contesto territoriale – più o meno connesso con i rischi da esposizione a fonti di radiazioni ionizzanti (cfr. Par. 1.2.) – in cui è calata la scuola; la sensibilità dei docenti delle classi coinvolte nella rilevazione – nel corso dell'anno e nell'occasione della ricerca – rispetto al tema in analisi; la disponibilità a collaborare con l'equipe di ricerca da parte dei dirigenti scolastici (cfr. Par. 1.1.); il clima instau-

ratosi nel corso dell'intervento formativo, nonché in occasione delle rilevazioni con questionario (cfr. Par. 2.3., Cap. 6); il tipo di formazione caratterizzante il singolo istituto; il retroterra culturale degli studenti frequentanti; le conoscenze previe degli intervistati sul tema in analisi, ecc. (cfr. Par. 1.1.4.).

- Per quanto, come già accennato, nel GS si registri un miglioramento di entità complessivamente modesta (non si evidenziano, difatti, particolari aree di eccellenza), esso risulta essere piuttosto diffuso, associandosi sostanzialmente con la maggior parte dei sottoinsiemi in cui il gruppo stesso è stato articolato. Un risultato questo che si può considerare un successo pieno della ricerca-intervento, il cui scopo principale era proprio quello di informare tutti (e non solo qualcuno) su un tema di attualità di tale importanza. Peraltro, come anticipato in premessa, si può valutare l'esito dell'indagine come decisamente positivo anche se si considera un ulteriore fattore, rappresentato dalla oggettiva complessità del tema trattato; inoltre, non ci si poteva aspettare un miglioramento spiccato (da parte dei più) in considerazione del connubio "tema della radioattività/tempi della ricerca" (data cioè la scelta di concentrare una doppia rilevazione in un arco temporale di 15 giorni e l'intervento formativo in due ore – cfr. Par. 1.1.)<sup>6</sup>.
- Per quanto si sia registrato un miglioramento diffuso (seppure non particolarmente marcato) delle competenze nel GS complessivamente inteso, c'è da dire che alcune categorie si caratterizzano comunque per un incremento più spiccato delle conoscenze relative al tema. Si tratta, ad esempio, come ipotizzato, di: rispondenti frequentanti le scuole di Latina e Frosinone<sup>7</sup>, liceali, ragazze, soggetti con medio-elevato capitale culturale, interessati alla politica, studenti che hanno fatto l'esperienza della malattia tra parenti e amici, studenti che hanno l'abitudine di mettere in pratica comportamenti ecocompatibili, ragazzi che negli ultimi 12 mesi hanno parlato di radioattività a scuola, ragazzi che hanno indicato i problemi ambientali tra le urgenze del pianeta, rispondenti che sono al corrente della presenza di fonti di radiazioni ionizzanti nei pressi della scuola frequentata<sup>8</sup>, ecc. In altri termini, un ambiente familiare ed un contesto scolastico stimolanti,

---

<sup>6</sup> Elemento quest'ultimo completamente determinato dagli istituti coinvolti e dai loro dirigenti e insegnanti che, in considerazione dei programmi ministeriali da osservare, delle altre iniziative formative e culturali da coordinare, ecc., non hanno reso disponibile un pacchetto ore più ampio, tale quindi da consentire di diluire l'intervento, puntare ad un assorbimento più graduale delle nozioni e approfondire ulteriormente i temi trattati. Anche laddove per qualche scuola si sia data una maggiore disponibilità di tempo per la ricerca, si è stabilito, al fine di garantire piena comparabilità dei risultati, di concentrare tutti gli interventi formativi in due ore di tempo (ovviamente a parità di slide).

<sup>7</sup> Il miglioramento significativo delle competenze sul tema da parte degli studenti di Frosinone costituisce una vera e propria sorpresa, considerando, come accennato, che questo contesto è l'unico (dei 4 selezionati) a non essere interessato dalla prossimità spaziale di una fonte, naturale o artificiale, di radiazioni ionizzanti.

<sup>8</sup> A questo ultimo sottoinsieme di soggetti raggiunti (e la stessa evidenza riguarda, in modo più contenuto, il GC) si associa il tasso di miglioramento più elevato. Resta, però, da precisare che il gruppo in analisi è di dimensioni molto ridotte: la percentuale di coloro (senza distinguere tra GS e GC) che hanno fornito risposta positiva al quesito è pari al 4,5% soltanto (Roma: 8,5%, Frosinone: 4%, Latina: 3,3%, Viterbo: 2,3%). Peraltro, sulla base delle specificazioni fornite dai ragazzi intervistati, è stato possibile correggere il dato originario, conservando in matrice solo le indicazioni corrette e cancellando quelle non pertinenti o erronee. In tal caso il dato è: 4,5% nel suo complesso (esattamente come prima), ma 0% a Roma, 0% a Frosinone, 14,5% a Latina, 3% a Viterbo.

l'interesse radicato per ciò che accade nel mondo ed in generale per i temi di attualità, una maggiore sensibilità verso il tema in analisi connessa, almeno in parte, con l'insorgenza tra le persone care di particolari patologie mostrano di rappresentare condizioni favorevoli per un migliore attecchimento delle competenze sul fenomeno della radioattività.

- Al confronto, complessivamente, il GC (preso in un solo blocco in considerazione dei dati riportati nella tavola sinottica) si caratterizza per una certa stabilità nei punteggi di competenza sul tema, anzi, in media, peggiora lievemente tra una rilevazione e l'altra. Ciò consente di concludere che la cosiddetta "dotazione all'ingresso" rappresenta una risorsa utile solo quando a essa si associ l'intervento formativo, non bastando, in linea di massima (cfr. nella Tav. 5.2. le poche eccezioni), una duplice compilazione di questionario per compiere significativi balzi in avanti sul piano delle competenze sul tema della radioattività.

## 5.2. Una seconda prospettiva di analisi del cambiamento: l'introduzione degli indici 3 e 4

Come si è avuto modo di esplicitare nel Capitolo precedente, l'analisi del cambiamento si presta ad essere affrontata secondo due approcci differenti, ma certamente complementari. In un caso, l'intento principale è rappresentato dal voler registrare, per ogni soggetto raggiunto attraverso il questionario, lo stato puntuale sulla proprietà indagata, nel voler misurare l'intensità del fenomeno in esame in relazione ai singoli esemplari del campione raggiunto. Tale intento si è concretizzato nella costruzione di due indici additivi (uno per  $T_1$ , l'altro per  $T_2$ ) e di un altro indice ottenuto come scarto tra il punteggio di competenza al  $T_2$  e il punteggio di competenza al  $T_1$ . È noto come, oltre a presentare una serie di vantaggi (tra cui, *in primis*, un notevole potere di sintesi), gli indici impostati in tal modo non sono esenti da difetti, tra cui l'influenza dei valori estremi sul calcolo delle medie e l'inevitabile ambiguità semantica dei punteggi intermedi (ad esempio, non è detto che i soggetti che condividono lo stesso punteggio di competenza sull'indice abbiano risposto correttamente/in modo erroneo alle medesime domande del test).

Nel secondo caso, l'obiettivo fondamentale è quello di giungere all'individuazione di tipi rilevanti in relazione agli scopi dell'indagine, di articolare il campione raggiunto in sottogruppi omogenei rispetto a forme di stabilità e di mutamento. Come si ricorderà, quanto ora accennato si è esplicitato nella costruzione di una tipologia a dieci modalità, di cui due relative al fenomeno della stabilità, quattro al mutamento in positivo, quattro al mutamento in negativo. Proprio al fine di valorizzare gli spunti provenienti da tale strumento di sintesi, di affinare e approfondire l'analisi poc'anzi illustrata, dalla costruzione di rapporti di coesistenza basati sulla dicotomia "peggiorati" vs. "migliorati" (cfr. indici di miglioramento 1 e 2 in Tavv. 5.1., 5.2.) si passa ora alla presentazione di due ulteriori indici di miglioramento (3 e 4 – cfr. Tavv. 5.4., 5.5.), capaci di incorporare e coniugare tanto le informazioni sulla stabilità, quanto quelle – forti o deboli, positive o negative –, del cambiamento<sup>9</sup>.

---

<sup>9</sup> Si ringrazia Pasquale Di Padova che ha attivamente partecipato alla progettazione e costruzione degli indici di miglioramento 3 e 4.

Al fine di facilitare la lettura dei dati riportati nelle tavole 5.4. e 5.5., si richiama nella tabella seguente (cfr. Tav. 5.3.) l'articolazione in tipi cui si è fatto poc'anzi cenno (cfr. anche Cap. 4 per la descrizione delle procedure di costruzione degli indici richiamati).

Tav. 5.3. – *Analisi del mutamento nel tempo dei punteggi ottenuti al test di competenza: denominazione dei tipi*

Modalità	Codice
Stabilità sui bassi punteggi	1
Stabilità sugli alti punteggi	2
Forte Miglioramento dai bassi agli alti punteggi	3
Forte Peggioramento dagli alti ai bassi punteggi	4
Debole Miglioramento nell'area dei bassi punteggi	5
Debole Miglioramento dai bassi agli alti punteggi	6
Debole Miglioramento nell'area degli alti punteggi	7
Debole Peggioramento nell'area dei bassi punteggi	8
Debole Peggioramento dagli alti ai bassi punteggi	9
Debole Peggioramento nell'area degli alti punteggi	10

Un modello di riferimento per la costruzione degli indici di miglioramento 3 e 4 è costituito dalla misura sintetica utilizzata in demografia (cfr. Micheli, 2006 e 2011) per registrare l'attrazione/repulsione di un territorio, confrontando tra loro il numero di immigrati ed emigrati. La formula corrispondente è la seguente:

$$\frac{I - E}{I + E}$$

Come è facile immaginare, tale indice ha un campo di variazione tra -1 (massima repulsione; si registrano solo casi di emigrazione), 0 (massima stabilità/coincidenza tra numero di immigrati ed emigrati) e +1 (massima attrazione; si evidenziano solo casi di immigrazione). Si procederà in modo simile rispetto allo schema di calcolo analizzato attribuendo segno negativo al peggioramento e segno positivo al miglioramento.

Le dimensioni cui si può fare riferimento nella predisposizione dell'indice possono essere tre o due, a seconda che nell'ambito dello studio del mutamento si marchi o meno la differenza semantica esistente tra variazioni deboli e stabilità. In un caso, pertanto, si distingue tra variazione forte, variazione debole e stabilità; nel secondo, si semplificano in un'unica modalità variazione debole e stabilità. La formula connessa con il primo indice è la seguente:

$$\begin{aligned} & \{0,5 \cdot [(f2-f1)/(f2+f1) \cdot (n1+n2)] + 2 \cdot [(f3-f4)/(f3+f4) \cdot (n3+n4)] + \\ & \quad [(f5-f10)/(f5+f10) \cdot (n5+n10)]/3 + \\ & + \{[(f6-f9)/(f6+f9) \cdot (n6+n9)]/3 + [(f7-f8)/(f7+f8) \cdot (n7+n8)]/3\} / N \end{aligned}$$

All'interno dell'espressione sopra riportata figura, anzi tutto, ciascuna coppia di modalità contrapposte di cambiamento ( $f_x$  = frequenze percentuali, con  $x$  che rappresenta il codice di ogni singola modalità della tipologia sopra richiamata), rispetto a cui si ottiene un valore tra  $-1$  e  $+1$ , a seconda che si sia prossimi al polo positivo (miglioramento o stabilità in positivo) o a quello negativo della coppia (peggioramento o stabilità in negativo). Lo  $0$  indica l'equilibrio fra i due poli, rinviando, difatti, a due cambiamenti in direzione opposta che si annullano. Tale valore viene successivamente ponderato per le frequenze assolute (indicate con  $n_x$ ) e non per quelle relative, onde evitare semplificazioni fra operatori che annullerebbero l'obiettivo prefissato. Conseguentemente il risultato finale viene diviso per il totale delle unità ( $N$ ).

A ciascuna delle tre dimensioni è attribuito un peso differente al fine di ottenere un campo di variazione significativo su cui proiettare modalità di cambiamento ordinate e facilmente individuabili: peso  $2$  alla forte variazione,  $1$  a quella debole,  $0,5$  alla stabilità; inoltre, ciascuna delle tre coppie che rappresentano la variazione debole viene divisa per  $3$ , al fine di ottenere un peso complessivo pari a  $1$ .

Seguendo tale percorso di sintesi, l'indice finale varia fra  $-2$  e  $+2$ : a  $-2$  corrisponde la massima variazione in negativo (tutti i casi si caratterizzano per forte peggioramento), a  $+2$  la massima variazione in positivo (tutti i casi si connotano per forte miglioramento), a  $0$  la massima stabilità (i casi sono complessivamente equiripartiti fra stabilità in positivo e in negativo, oppure perfettamente equidistribuiti lungo tutte le modalità); infine, al *range* compreso fra  $-0,5$  e  $-1$  e fra  $+0,5$  e  $+1$  corrisponde la situazione in cui a tutti i casi si associa una debole variazione in positivo o in negativo.

La variante dell'indice ora illustrato implica la semplificazione in un'unica modalità della variazione debole e della stabilità, e si ottiene agevolmente eliminando il peso di  $2$  alla variazione forte, dividendo la stabilità e le tre coppie di cambiamenti deboli per  $4$  e moltiplicando per  $0,5$ : in tal modo, l'indice oscilla tra  $-1$  e  $+1$ , con la stabilità/il debole cambiamento rappresentati dall'area dei punteggi compresi fra  $-0,5$  e  $+0,5$ .

Per quanto i risultati illustrati nel presente Capitolo mostrino una coerenza complessiva, ad un esame attento delle tavole riportate nel testo (cfr. Tavv. 5.1., 5.2., 5.4., 5.5.) emergono talune differenze a seconda che si utilizzino gli indici  $1$  e  $2$ , oppure le misure sintetiche  $3$  e  $4$ . Ciò si connette a quanto analiticamente esplicitato poc'anzi, cioè alla concezione del cambiamento di volta in volta adottata, quindi alla valorizzazione o meno delle piccole e delle grandi variazioni, in negativo o in positivo, sul piano della competenza in materia di radioattività.

Tav. 5.4. – Indici di miglioramento 3 e 4 nei singoli istituti scolastici in base all'appartenenza della scuola al GS/GC

Appartenenza della scuola al GS/GC			Indice di miglioramento 3	Indice di miglioramento 4
GS	Scuola	Liceo classico Cornelio Tacito	<b>0,24</b>	<b>0,08</b>
		IPSSAR via Cesare Lombroso 11B	<b>0,31</b>	<b>0,13</b>
		ITIS via Cesare Lombroso 120	0,17	0,06
		Istituto magistrale Fratelli Maccari	0,18	0,04
		IPSIA Galileo Galilei	0,08	0,05
		ITC Leonardo da Vinci	<b>0,32</b>	<b>0,11</b>
		Liceo scientifico E. Majorana	<b>0,45</b>	<b>0,14</b>
		IPSIA Enrico Mattei	0,03	0,00
		ITIS G. Marconi	<b>0,26</b>	<b>0,06</b>
		Liceo classico Mariano Buratti	<b>0,36</b>	<b>0,10</b>
		IPSIA G. Marconi	0,17	0,07
		ITC P. Savi	0,01	-0,04
		<b>Totale</b>	<b>0,22</b>	<b>0,07</b>
GC	Scuola	Liceo scientifico Archimede	0,11	0,01
		IPSC T Stendhal (sede Borromeo)	0,11	0,05
		ITIS Enrico Fermi	0,15	0,03
		Liceo classico N. Turriziani	0,11	0,03
		IPSS Angeloni	-0,12	-0,04
		ITG Brunelleschi	0,06	0,00
		Liceo classico Dante Alighieri	<b>0,22</b>	<b>0,05</b>
		IPAA San Benedetto	0,02	0,02
		ITC Galilei	<b>0,26</b>	<b>0,06</b>
		Liceo scientifico P. Canonica	<b>0,21</b>	<b>0,06</b>
		ISS F. Orioli	0,05	0,04
		Istituto Magistrale Santa Rosa	-0,1	-0,06
		<b>Totale</b>	<b>0,09</b>	<b>0,02</b>

Tav. 5.5. – Indici di miglioramento 3 e 4 nei sottocampioni individuati alla luce di variabili intervenienti individuali e contestuali in base all'appartenenza della scuola al GS/GC

Variabile	Modalità	GS		GC	
		Indice di miglioramento 3	Indice di miglioramento 4	Indice di miglioramento 3	Indice di miglioramento 4
Città	Roma	<b>0,24</b>	<b>0,09</b>	<b>0,12</b>	<b>0,03</b>
	Frosinone	0,21	0,08	0,03	0
	Latina	<b>0,24</b>	<b>0,07</b>	<b>0,19</b>	<b>0,05</b>
	Viterbo	0,18	0,04	0,04	0,01
	<b>Totale</b>	<b>0,22</b>	<b>0,07</b>	<b>0,1</b>	<b>0,02</b>
Tipo di scuola	Liceo	<b>0,31</b>	<b>0,9</b>	<b>0,11</b>	<b>0,01</b>
	Istituto tecnico	0,18	0,05	<b>0,16</b>	<b>0,03</b>
	Istituto professionale	0,13	0,06	0,01	0,01
	<b>Totale</b>	<b>0,22</b>	<b>0,07</b>	<b>0,09</b>	<b>0,02</b>
Genere	Maschio	0,18	0,5	<b>0,13</b>	<b>0,03</b>
	Femmina	<b>0,27</b>	<b>0,09</b>	0,06	0,01
	<b>Totale</b>	<b>0,22</b>	<b>0,07</b>	<b>0,09</b>	<b>0,02</b>
Capitale culturale	Basso	0,17	0,06	0,08	0,02
	Medio	0,23	0,07	0,1	0,02
	Alto	<b>0,26</b>	<b>0,07</b>	<b>0,11</b>	<b>0,02</b>
	<b>Totale</b>	<b>0,23</b>	<b>0,07</b>	<b>0,1</b>	<b>0,02</b>
Posizione nel percorso formativo	Biennio	0,12	0,04	0,02	0
	Triennio	<b>0,3</b>	<b>0,09</b>	<b>0,15</b>	<b>0,04</b>
	<b>Totale</b>	<b>0,22</b>	<b>0,07</b>	<b>0,09</b>	<b>0,02</b>
Tipologia informazione su temi di attualità T <sub>1</sub>	Poco informati in generale	0,12	0,03	0	-0,01
	Molto informati solo attraverso i canali personali	0,2	0,06	0,1	0,02
	Molto informati solo attraverso i canali mediali	<b>0,24</b>	<b>0,07</b>	0,09	0,01
	Molto informati in generale	<b>0,27</b>	<b>0,09</b>	<b>0,14</b>	<b>0,03</b>
	<b>Totale</b>	<b>0,22</b>	<b>0,07</b>	<b>0,1</b>	<b>0,02</b>
Interesse per la politica T <sub>1</sub>	Non interessati	0,25	0,07	<b>0,16</b>	<b>0,03</b>
	Interessati	0,2	0,07	0,06	0,01
	<b>Totale</b>	<b>0,22</b>	<b>0,07</b>	<b>0,1</b>	<b>0,02</b>
Orientamento politico T <sub>1</sub>	Centro-sinistra	<b>0,3</b>	<b>0,01</b>	0,2	0,05
	Centro-destra	0,21	0,06	0,08	0,01
	Senza collocazione	0,2	0,07	0,06	0,01
	<b>Totale</b>	<b>0,23</b>	<b>0,07</b>	<b>0,1</b>	<b>0,02</b>
Presenza di tumori e malformazioni genetiche tra amici e familiari T <sub>1</sub>	No	0,09	0,03	0,02	0
	No, solo altre malattie	0,22	0,07	0,08	0,02
	Sì	<b>0,26</b>	<b>0,08</b>	<b>0,13</b>	<b>0,02</b>
	<b>Totale</b>	<b>0,22</b>	<b>0,07</b>	<b>0,09</b>	<b>0,02</b>

continua

segue Tav. 5.5. - Indici di miglioramento 3 e 4 nei sottocampioni individuati alla luce di variabili intervenienti individuali e contestuali in base all'appartenenza della scuola al GS/GC

Variabile	Modalità	GS		GC	
		Indice di miglioramento 3	Indice di miglioramento 4	Indice di miglioramento 3	Indice di miglioramento 4
Comportamenti ecocompatibili T <sub>1</sub>	Si	<b>0,31</b>	<b>0,11</b>	<b>0,13</b>	<b>0,03</b>
	No	0,18	0,05	0,08	0,01
	<b>Totale</b>	<b>0,22</b>	<b>0,07</b>	<b>0,09</b>	<b>0,02</b>
Tipologia discussione su questioni ambientali T <sub>1</sub>	Non ne parla in alcun contesto	0,03	0,01	0,09	0,02
	Ne parla solo a scuola	0,18	0,06	0,02	0
	Ne parla solo in contesti extrascolastici	<b>0,26</b>	<b>0,11</b>	<b>0,12</b>	<b>0,04</b>
	Ne parla in due contesti di cui uno è la scuola	0,2	0,06	0,1	0,02
	Ne parla in tutti i contesti	<b>0,26</b>	<b>0,07</b>	0,1	0,02
<b>Totale</b>	<b>0,22</b>	<b>0,07</b>	<b>0,1</b>	<b>0,02</b>	
Frequenza con cui si è affrontato il tema della radioattività a scuola negli ultimi 12 mesi	No	0,19	0,07	0,07	0,02
	Si	<b>0,26</b>	<b>0,07</b>	0,08	0
	No, solo in altri contesti	0,22	0,05	<b>0,17</b>	<b>0,04</b>
<b>Totale</b>	<b>0,22</b>	<b>0,07</b>	<b>0,1</b>	<b>0,02</b>	
Indicazione problemi ambientali tra le urgenze del pianeta T <sub>1</sub>	No	0,17	0,05	0,02	0
	Si	<b>0,24</b>	<b>0,08</b>	<b>0,13</b>	<b>0,03</b>
	<b>Totale</b>	<b>0,22</b>	<b>0,07</b>	<b>0,07</b>	<b>0,02</b>
Grado di pericolosità attribuito alle fonti di radiazioni ionizzanti: rocce di origine vulcanica T <sub>1</sub>	Basso	<b>0,23</b>	<b>0,06</b>	<b>0,15</b>	<b>0,03</b>
	Medio-alto	0,14	0,05	0,03	0
	Non so/non conosco	<b>0,25</b>	<b>0,09</b>	0,05	0,02
<b>Totale</b>	<b>0,22</b>	<b>0,07</b>	<b>0,1</b>	<b>0,02</b>	
Grado di pericolosità attribuito alle fonti di radiazioni ionizzanti: esami radiologici e medicina nucleare T <sub>1</sub>	Basso	<b>0,25</b>	<b>0,07</b>	<b>0,12</b>	<b>0,02</b>
	Medio-alto	<b>0,23</b>	<b>0,07</b>	<b>0,13</b>	<b>0,03</b>
	Non so/non conosco	0,11	0,05	-0,02	0,01
<b>Totale</b>	<b>0,22</b>	<b>0,07</b>	<b>0,1</b>	<b>0,02</b>	

continua

segue Tav. 5.5. - Indici di miglioramento 3 e 4 nei sottocampioni individuati alla luce di variabili intervenienti individuali e contestuali in base all'appartenenza della scuola al GS/GC

Variabile	Modalità	GS		GC	
		Indice di miglioramento 3	Indice di miglioramento 4	Indice di miglioramento 3	Indice di miglioramento 4
Grado di pericolosità attribuito alle fonti di radiazioni ionizzanti: reattori nucleari T <sub>1</sub>	Basso	<b>0,26</b>	<b>0,09</b>	-0,04	-0,04
	Medio-alto	<b>0,23</b>	<b>0,07</b>	<b>0,13</b>	<b>0,02</b>
	Non so/non conosco	0,1	0,06	-0,02	0,02
	<b>Totale</b>	<b>0,22</b>	<b>0,07</b>	<b>0,1</b>	<b>0,02</b>
Grado di pericolosità attribuito alle fonti di radiazioni ionizzanti: mura delle abitazioni costruite in tufo di origine vulcanica T <sub>1</sub>	Basso	<b>0,23</b>	<b>0,06</b>	<b>0,14</b>	<b>0,02</b>
	Medio-alto	0,2	0,07	<b>0,13</b>	<b>0,01</b>
	Non so/non conosco	0,21	0,08	0,04	0,01
	<b>Totale</b>	<b>0,22</b>	<b>0,07</b>	<b>0,1</b>	<b>0,02</b>
Grado di pericolosità attribuito alle fonti di radiazioni ionizzanti: raggi cosmici T <sub>1</sub>	Basso	<b>0,24</b>	<b>0,06</b>	<b>0,13</b>	<b>0,01</b>
	Medio-alto	0,2	0,07	0,09	0,01
	Non so/non conosco	0,21	0,08	<b>0,11</b>	<b>0,03</b>
	<b>Totale</b>	<b>0,22</b>	<b>0,07</b>	<b>0,1</b>	<b>0,02</b>
Livello di status socio-economico familiare	Basso	0,21	0,07	0,06	0,01
	Medio	<b>0,24</b>	<b>0,07</b>	<b>0,18</b>	<b>0,05</b>
	Alto	<b>0,28</b>	<b>0,07</b>	<b>0,11</b>	<b>0,01</b>
	<b>Totale</b>	<b>0,23</b>	<b>0,07</b>	<b>0,11</b>	<b>0,02</b>
Presenza di fonti di radiazioni ionizzanti nei pressi della scuola frequentata T <sub>1</sub>	Si, artificiali	<b>0,37</b>	<b>0,13</b>	<b>0,14</b>	<b>0,01</b>
	Si, naturali	<b>0,3</b>	<b>0,06</b>	<b>0,09</b>	<b>0,03</b>
	Si, artificiali e naturali	<b>0,23</b>	<b>0,06</b>	0,7	0,02
	Non so	0,2	0,06	0,01	0,02
	<b>Totale</b>	<b>0,22</b>	<b>0,07</b>	<b>0,1</b>	<b>0,02</b>
Grado di pericolosità attribuito alle fonti di radiazioni ionizzanti: rocce di origine vulcanica T <sub>1</sub> [corretto]	Sovrastima	0,14	0,04	0,05	0
	Congruenza	<b>0,24</b>	<b>0,07</b>	<b>0,12</b>	<b>0,02</b>
	Sottostima	<b>0,25</b>	<b>0,07</b>	<b>0,18</b>	<b>0,04</b>
	<b>Totale</b>	<b>0,21</b>	<b>0,07</b>	<b>0,12</b>	<b>0,02</b>
Grado di pericolosità attribuito alle fonti di radiazioni ionizzanti: esami radiologici e medicina nucleare T <sub>1</sub> [corretto]	Sovrastima	<b>0,23</b>	<b>0,07</b>	<b>0,13</b>	<b>0,03</b>
	Congruenza	<b>0,27</b>	<b>0,08</b>	<b>0,13</b>	<b>0,02</b>
	Sottostima	0,22	0,06	0,11	0,01
	<b>Totale</b>	<b>0,24</b>	<b>0,07</b>	<b>0,12</b>	<b>0,02</b>

continua

segue Tav. 5.5. – Indici di miglioramento 3 e 4 nei sottocampioni individuati alla luce di variabili intervenienti individuali e contestuali in base all'appartenenza della scuola al GS/GC

Variabile	Modalità	GS		GC	
		Indice di miglioramento 3	Indice di miglioramento 4	Indice di miglioramento 3	Indice di miglioramento 4
Grado di pericolosità attribuito alle fonti di radiazioni ionizzanti: reattori nucleari T <sub>1</sub> [corretto]	Sovrastima	0,26	0,08	<b>0,18</b>	<b>0,04</b>
	Congruenza	0,2	0,06	0,04	0
	Sottostima	<b>0,29</b>	<b>0,1</b>	-0,08	0
	<b>Totale</b>	<b>0,26</b>	<b>0,08</b>	<b>0,16</b>	<b>0,04</b>
Grado di pericolosità attribuito alle fonti di radiazioni ionizzanti: mura delle abitazioni costruite in tufo di origine vulcanica T <sub>1</sub> [corretto]	Sovrastima	<b>0,29</b>	<b>0,1</b>	0,08	0,01
	Congruenza	<b>0,32</b>	<b>0,09</b>	0,2	0,06
	Sottostima	0,25	0,08	<b>0,21</b>	<b>0,06</b>
	<b>Totale</b>	<b>0,28</b>	<b>0,09</b>	<b>0,17</b>	<b>0,4</b>
Grado di pericolosità attribuito alle fonti di radiazioni ionizzanti: raggi cosmici T <sub>1</sub> [corretto]	Sovrastima	0,23	0,07	0,1	0,01
	Congruenza	<b>0,33</b>	<b>0,09</b>	<b>0,17</b>	<b>0,03</b>
	Sottostima	<b>0,25</b>	<b>0,07</b>	<b>0,14</b>	<b>0,01</b>
	<b>Totale</b>	<b>0,24</b>	<b>0,07</b>	<b>0,1</b>	<b>0,01</b>

In generale, trova conferma l'ipotesi sperimentale, con un risultato che attesta il miglioramento sia pure non accentuato a favore del GS rispetto al GC, che si caratterizza, come già visto in precedenza, per una condizione di sostanziale stabilità, quando non di debole peggioramento. Le scuole coinvolte nell'intervento formativo presentano una più marcata tendenza al miglioramento (in particolare spiccano le performance positive del Majorana e del Buratti), mentre per quelle del GC, ad eccezione del lieve miglioramento del Galilei, non emergono differenze di rilievo, in positivo o in negativo, rispetto al primo test; in un quadro di stabilità diffusa, infatti, le uniche situazioni di mutamento sono rappresentate dal peggioramento dell'Angeloni e del Santa Rosa (condizioni, queste, del tutto assenti nel GS).

Le strutture scolastiche caratterizzate dal miglioramento più significativo sono quelle liceali; peraltro, come in ipotesi, il tipo di scuola frequentata è una delle variabili che maggiormente incidono sul cambiamento in positivo.

In linea con i risultati dell'analisi precedentemente svolta con gli indici 1 e 2, anche in questo caso l'avanzamento sul tema della radioattività caratterizza diffusamente il GS, in modo trasversale rispetto alla maggior parte delle caratteristiche considerate; ciò consente di ribadire sia che l'entità del miglioramento era del tutto prevedibile in considerazione della complessità del tema trattato, sia che l'obiettivo di informare tutti i ragazzi, e non solo alcuni, a prescindere dai fattori più o

meno positivamente connessi con il mutamento, sia stato fondamentalmente raggiunto.

D'altronde, è evidente che talune caratteristiche favoriscano, come in ipotesi, più di altre l'apprendimento da parte dei ragazzi intervistati. A tal proposito, si può sottolineare come alcune classiche variabili strutturali si dimostrino in grado di differenziare sensibilmente le performance degli studenti coinvolti rispetto all'obiettivo finale. Come si legge agevolmente nella tavola 5.5. infatti, i liceali (probabilmente anche in virtù di un *background* familiare e/o scolastico particolarmente stimolanti sul piano culturale) risultano essere avvantaggiati in partenza rispetto agli studenti delle altre scuole, e le ragazze, che normalmente compiono il proprio percorso scolastico con maggiore profitto e linearità rispetto ai ragazzi, anche in questa circostanza si dimostrano complessivamente più competenti.

Al di là, però, di caratteristiche per così dire "ascritte", anche alcune specifiche e personali inclinazioni dei giovani intervistati si sono mostrate connesse con il fenomeno dell'acquisizione di conoscenze sul tema trattato. Infatti, i ragazzi che abitualmente si informano su temi d'attualità recepiscono meglio l'intervento dei loro compagni disinformati o disinteressati; inoltre, i ragazzi orientati a sinistra, probabilmente in virtù di una certa concezione del mondo e di una particolare sensibilità verso temi come l'ambiente, più degli altri sembrano essere predisposti ad un cambiamento in positivo in seguito all'intervento formativo.

Come ci si attendeva, gli studenti che, oltre a preoccuparsi per le attuali condizioni ambientali del pianeta, mostrano nella vita di tutti i giorni un'attenzione per l'ambiente e adottano comportamenti eco-compatibili, ottengono i punteggi di competenza migliori; inoltre, chi abbia avuto in famiglia e/o tra gli amici casi di tumori o malformazioni genetiche (patologie che possono connettersi con il fenomeno della radioattività), mostra un livello di attenzione e una capacità di acquisizione di conoscenze maggiori. Le stesse considerazioni valgono anche per coloro che sono al corrente dell'esistenza di fonti di radiazioni nei pressi della propria scuola (cfr. piano delle ipotesi in Par. 5.1.)

Nessuna delle riflessioni condotte finora, però, si può applicare al GC, in cui, infatti, non solo non si registra alcun miglioramento di rilievo, ma si rileva, anzi, una lieve tendenza al peggioramento.

Si possono, dunque, riprendere le conclusioni precedentemente esposte, ribadendo che, solo in presenza dell'intervento formativo, certe espressioni di un capitale di partenza o dotazione all'ingresso possono attivarsi, influenzando le prestazioni dei soggetti in analisi; in altre parole, di per sé, la semplice compilazione di due questionari, se non supportata da un'adeguata campagna di informazione sul tema, non è in grado di generare significative spinte al mutamento.

### **5.3. Indici di miglioramento e approfondimenti sul tema nei 15 giorni che precedono la seconda rilevazione**

All'interno del questionario distribuito nel corso della seconda rilevazione, sia nella versione destinata al GS, sia in quella destinata al GC, le domande volte a rilevare occasioni, canali e frequenza di informazione/discussione da parte dell'intervistato sulle questioni ambientali in senso lato e/o sul tema della radioattività, anziché rinviare temporalmente agli ultimi 12 mesi (come nel caso del primo questionario),

si riferiscono all'intervallo temporale dei 15 giorni che precedono tale seconda compilazione. Inoltre, nel questionario del secondo test figura un quesito non inserito, per owi motivi, nel primo, che indaga circa l'eventuale *approfondimento personale* del tema della radioattività (con la richiesta di specificazione dei canali di approfondimento in caso di risposta positiva) sempre nei 15 giorni che precedono la seconda compilazione, in altri termini in quel lasso di tempo che mediamente, per tutte le scuole campionate, ha separato la prima compilazione di questionario dalla seconda, incluso, nel caso del GS, l'intervento formativo.

Data la disponibilità in matrice di tale ordine di informazioni, è sembrato interessante e fruttuoso, seguendo lo stesso schema di controllo delle associazioni statisticamente significative, leggere, nel GS e nel GC, le oscillazioni degli indici di miglioramento eventualmente connesse con alcune specifiche variabili/indici legate ai temi ora richiamati. In sostanza, ci si è domandati se, ad esempio, l'aver approfondito per propria iniziativa il tema della radioattività, o ancora l'aver discusso a scuola o in altri contesti di questioni ambientali e/o di radioattività (immediatamente dopo la compilazione del primo questionario, o anche solo in seguito – per chi l'abbia ricevuto – all'intervento formativo, ma comunque prima di compilare il secondo questionario), abbiano prodotto dei miglioramenti particolarmente significativi (assumendo come termine di confronto il dato relativo a quanti non abbiano proceduto ad alcun approfondimento, oppure non abbiano preso parte ad alcuna discussione sul tema).

Il dato che emerge (cfr. Tav. 5.6.) attesta che, nel caso degli studenti interessati dall'intervento formativo, tali pratiche (discussioni sul tema, iniziative personali di

Tav. 5.6. – Indici di miglioramento 1 e 2 e approfondimenti sui temi della radioattività e dell'ambiente nei 15 giorni che precedono la seconda rilevazione, in base all'appartenenza della scuola al GS/GC

Variabile	Modalità	GS		GC	
		Indice di miglioramento 1	Indice di miglioramento 2 (%)	Indice di miglioramento 1	Indice di miglioramento 2 (%)
Approfondimento personale del tema della radioattività negli ultimi 15 giorni	No	1,4	17,8	0,9	-7,8
	Sì	<b>2,0</b>	<b>32,4</b>	1,0	-1,3
	<b>Totale</b>	<b>1,5</b>	<b>20,4</b>	<b>0,9</b>	<b>-7,2</b>
Tipologia discussione su questioni ambientali negli ultimi 15 giorni	Non ne parla in alcun contesto	1,1	3,4	0,8	-11,1
	Ne parla solo a scuola	<b>1,7</b>	<b>27,1</b>	0,7	-17,0
	Ne parla solo in contesti extrascolastici	1,0	-1,4	<b>1,0</b>	<b>1,5</b>
	Ne parla in due contesti di cui uno è la scuola	1,4	14,9	0,8	-9,2
	Ne parla in tutti i contesti	<b>2,5</b>	<b>43,0</b>	0,9	-4,0
<b>Totale</b>	<b>1,5</b>	<b>20,4</b>	<b>0,9</b>	<b>-7,5</b>	
Frequenza con cui si è affrontato il tema della radioattività a scuola negli ultimi 15 giorni	No	1,4	15,9	0,8	-9,8
	Sì	<b>2,1</b>	<b>35,0</b>	0,9	-3,5
	No, solo in altri contesti	1,3	13,8	<b>1,0</b>	<b>1,7</b>
<b>Totale</b>	<b>1,5</b>	<b>20,3</b>	<b>0,9</b>	<b>-7,3</b>	

approfondimento] hanno consentito all'intervento stesso di attecchire meglio, sostanzialmente di produrre un volume più cospicuo di migliorati. Ancora una volta, tuttavia, la molla principale del miglioramento è rappresentata dall'intervento degli esperti; difatti, nel caso degli studenti non raggiunti dall'intervento stesso, non si evidenziano differenze sostanziali in quanto ad aumento di competenze sulla radioattività tra chi discute sul tema e lo approfondisce e chi non lo fa. A risultati affini si giunge introducendo nell'analisi gli indici 3 e 4 (cfr. Tav. 5.7.):

*Tav. 5.7. - Indici di miglioramento 3 e 4 e approfondimenti sui temi della radioattività e dell'ambiente nei 15 giorni che precedono la seconda rilevazione, in base all'appartenenza della scuola al GS/GC*

Variabile	Modalità	GS		GC	
		Indice di miglioramento 3	Indice di miglioramento 4	Indice di miglioramento 3	Indice di miglioramento 4
Approfondimento personale del tema della radioattività negli ultimi 15 giorni	No	0,2	0,06	0,08	0,01
	Sì	<b>0,33</b>	<b>0,12</b>	<b>0,27</b>	<b>0,08</b>
	<b>Totale</b>	<b>0,22</b>	<b>0,07</b>	<b>0,1</b>	<b>0,02</b>
Tipologia discussione su questioni ambientali negli ultimi 15 giorni	Non ne parla in alcun contesto	0,08	0,01	0,08	0,02
	Ne parla solo a scuola	0,23	0,08	0,03	-0,01
	Ne parla solo in contesti extrascolastici	0,21	0,07	<b>0,15</b>	<b>0,04</b>
	Ne parla in due contesti di cui uno è la scuola	0,23	0,07	0,08	0,01
	Ne parla in tutti i contesti	<b>0,3</b>	<b>0,1</b>	0,13	0,03
	<b>Totale</b>	<b>0,23</b>	<b>0,07</b>	<b>0,1</b>	<b>0,02</b>
Frequenza con cui si è affrontato il tema della radioattività a scuola negli ultimi 15 giorni	No	<b>0,24</b>	<b>0,07</b>	<b>0,16</b>	<b>0,04</b>
	Sì	<b>0,33</b>	<b>0,12</b>	0,1	0,02
	No, solo in altri contesti	0,2	0,06	0,09	0,02
	<b>Totale</b>	<b>0,22</b>	<b>0,07</b>	<b>0,1</b>	<b>0,02</b>

Come si evince agevolmente, il cambiamento in positivo connesso con l'approfondimento personale o la discussione a scuola e/o in altri contesti si conferma al variare delle modalità di misurazione del cambiamento, e ciò sia in riferimento al GS che al GC. Tuttavia, come accennato, anche in questo caso, ed in linea con le conclusioni sopra esposte, i fattori capaci di incentivare l'apprendimento da parte dei ragazzi esercitano a fatica la loro influenza qualora non si associno allo svolgimento dell'intervento formativo, il quale, è il caso di ribadirlo, si afferma quale elemento chiave rispetto ai livelli più consistenti di competenza (cfr. Cap. 4). Si chiude la presente sezione richiamando qualche ulteriore evidenza empirica.

Anzi tutto, si sottolinea che, complessivamente, la percentuale di coloro che, nell'arco temporale sopra richiamato, hanno approfondito personalmente il tema della radioattività è di circa il 13% (si tratta quindi di un ristretto gruppo di intervistati). Confrontando il GS con il GC, emerge, in ogni caso, come la percentuale che si associa al primo sia quasi del 18%, quella che si associa al secondo di circa il 9% (cfr. Tab. 5.1.).

Tale dato è significativo, in quanto consente di comprendere come una molla della "curiosità" sia costituita dall'esperienza di compilazione del primo questionario, ma, un'ulteriore stimolo all'approfondimento personale sia rappresentato dall'ascolto dei tecnici ISPRA e dalla visione del materiale proiettato nel corso dell'intervento formativo. Di nuovo un dato, se vogliamo, di entità modesta, ma certamente significativo e incoraggiante nei termini di un affinamento e di una riprogettazione accurata e fondata su dati di ricerca empirica di una nuova occasione di formazione sul tema della radioattività, magari su scala nazionale, e non solo regionale, per i giovani di scuola media superiore.

Tab. 5.1. - *Approfondimento personale del tema della radioattività negli ultimi 15 giorni in base all'appartenenza della scuola al GS/GC*

		Appartenenza della scuola al GS/GC		Totale
		GS	GC	
<b>Approfondimento personale del tema della radioattività negli ultimi 15 giorni</b>	No	686	811	1497
		82,3	91,3	86,9
	Sì	148	77	225
		17,7	8,7	13,1
Totale		834	888	1722
		100,0	100,0	100,0

p=.000

La lettura delle specificazioni che alcuni intervistati hanno segnalato sui propri questionari consente di evidenziare i canali di approfondimento più citati (tra cui spicca Internet):

- richieste di approfondimento sul tema ai docenti/organizzazione di assemblee scolastiche;
- richieste di approfondimento sul tema ai genitori;
- scambio di nozioni con i compagni di classe;
- *internet* (57 delle indicazioni valide su 131 totali: 43,5% - GS) (34/77: 44,1% - GC);
- libri;
- tesina;
- televisione;
- riviste specializzate e quotidiani di informazione.

Nella tavola che segue (5.8.) si dà conto, infine, delle caratteristiche più significativamente connesse al sottocampione di soggetti che ha dichiarato di avere approfondito di propria iniziativa il tema della radioattività nell'intervallo di tempo sopra richiamato. Si tratta sostanzialmente di soggetti che, anche prima di essere coinvolti nella presente occasione di ricerca e formazione, si informavano sui temi di

attualità, si interessavano di politica, percepivano le questioni ambientali come problemi di grande rilevanza sociale.

*Tav. 5.8. – Caratteristiche principali di coloro che hanno approfondito personalmente il tema della radioattività negli ultimi 15 giorni*

- Città della scuola: Latina ( $p=.000$ )
- Molto informati su temi di attualità ( $p=.000$ )
- Interessati di politica ( $p=.031$ )
- Hanno discusso su questioni ambientali in tutti i contesti negli ultimi 12 mesi e negli ultimi 15 gg (scuola e contesti extrascolastici) ( $p=.000$ )
- Hanno affrontato il tema della radioattività a scuola o in altri contesti negli ultimi 12 mesi e negli ultimi 15 gg ( $p=.000$ )

A chiusura del percorso di analisi presentato in queste pagine, si possono svolgere alcune considerazioni conclusive con riferimento alla regolare stabilità dei risultati cui si perviene al variare delle procedure di sintesi adottate, distinte tra loro sia per approccio rispetto al tema del cambiamento, che per costruzione e caratteristiche tecnico-statistiche. Da un lato, si può sottolineare come i dati, in virtù di una struttura forte, non subiscano distorsioni dovute alle elaborazioni cui sono sottoposti e mostrino una variabilità non già dovuta al caso, ma interpretabile alla luce del modello teorico che guida l'analisi. Dall'altro, la convergenza riscontrata sul piano empirico rappresenta un'ulteriore garanzia di validità dei dati: le diverse linee di analisi non soltanto tendono a sostenersi a vicenda in una forma di validità incrociata, ma, intraprese in sinergia, consentono di raggiungere livelli di approfondimento del problema indagato che, separatamente, non potrebbero garantire.

## 6. IL CLIMA E LE CARATTERISTICHE STRUTTURALI DELL'INTERVENTO FORMATIVO: IMPORTANZA STRATEGICA?

di Alessandra Decataldo

---

### 6.1. Svolgimento dell'intervento formativo e acquisizione di conoscenze in materia di radioattività

Come già più volte ricordato, il modello d'analisi adottato in questo lavoro poggia sull'idea generale che l'accrescimento delle competenze sul tema della radioattività da parte degli studenti dipenda dall'attività di comunicazione formativa condotta dagli esperti dell'ISPRA (identificata, appunto, come la variabile sperimentale). Ma, come già accennato nei Parr. 1.1. e 2.1., il discorso sugli effetti della comunicazione è estremamente complesso a causa della numerosità dei fattori che su di essi incidono. In questa sezione del lavoro saranno considerati due di questi fattori, di natura contestuale, ritenuti, in ipotesi, particolarmente connessi con il successo finale dell'intervento formativo condotto: si tratta del clima in cui si è svolta la lezione e delle caratteristiche strutturali degli ambienti in cui è stata realizzata.

Come si ricorderà, nel modello d'analisi progettato per questa ricerca, riportato nel Cap. 1 (cfr. Fig. 1.2.), è stata indicata con una freccia unidirezionale la relazione tra l'intervento formativo e l'esito, ma, allo stesso tempo, è stata segnalata con due linee, una tratteggiata e l'altra continua, la relazione che intercorre tra le variabili contestuali e l'intervento formativo. Si è, infatti, sostenuto che le variabili contestuali possano essere di due tipi.

Da un lato, vi sono quelle proprietà del clima in cui si sarebbe svolto l'intervento connesse alle conoscenze in merito all'uditorio che si hanno già prima dello svolgimento dell'intervento formativo (in base alle quali è stata progettata la Campagna stessa nei termini del linguaggio utilizzato, dei supporti visivi adoperati, ecc.) e le caratteristiche strutturali delle aule (anch'esse note prima della realizzazione della lezione da parte degli esperti dell'ISPRA grazie ai sopralluoghi condotti dal personale universitario). Si tratta di fattori di disturbo che, essendo già noti prima dell'intervento formativo, hanno permesso di prevedere i loro possibili effetti e, pertanto, di tentare di tenerli sotto controllo progettando in maniera opportuna la lezione e le sue modalità di realizzazione.

Dall'altro, vi sono altre caratteristiche del clima legate ad eventi *accidentali/contingenti* che si sarebbero potuti verificare nel corso di ogni lezione e che non erano prevedibili precedentemente, ma avrebbero potuto comportare una modificazione del messaggio, del contenuto della lezione o delle modalità della sua trasmissione, tale da determinare una trasformazione dell'intervento formativo da parte del relatore per ridurre il divario tra lo stimolo teorico progettato e quello empirico realmente trasmesso.

La relazione che intercorre tra le variabili contestuali e l'intervento formativo è indicata nel modello riportato nella Fig. 1.2. da una linea tratteggiata, riferita all'azione dei fattori accidentali, e da una continua, relativa all'azione dei fattori prevedibili.

La linea tratteggiata, che nella Fig. 1.2. mette in relazione le variabili contestuali con l'intervento formativo, sta ad indicare che i fattori accidentali (proprio perché non suscettibili di valutazioni ex ante dei loro effetti da parte dei ricercatori) possono agire sullo stimolo: il "clima" (inteso esclusivamente nei termini di livelli generali di attenzione, interesse e grado di consapevolezza in merito al tema trattato da parte degli studenti coinvolti nell'intervento, tutti elementi rilevati dal personale universitario nel corso dello svolgimento dell'intervento formativo, cfr. Parr. 1.1.3. e 2.2.2.) presente in aula può costringere il relatore a modificare le modalità di presentazione (semplificare, ad esempio, il linguaggio, inventare espedienti per attirare l'attenzione degli studenti, ecc.) precedentemente progettate per far sì che l'informazione venga ricevuta e compresa comunque da parte dell'uditorio. La linea continua che nella Fig. 1.2. mette in relazione le variabili contestuali con l'intervento formativo sta ad indicare, invece, che il buon esito dell'attività formativa stessa discende anche dalla qualità dell'ambiente (caratteristiche strutturali quali le dimensioni dell'aula, il numero di posti a sedere, la visibilità e l'acustica, cfr. Parr. 1.1.3. e 2.2.2.) nel quale si realizza.

Come già descritto, la valutazione in merito all'andamento dell'intervento è stata costruita a partire dall'analisi dei report redatti dagli osservatori esterni (ossia dai membri del personale universitario incaricati di svolgere il ruolo di coordinatori di unità locale) nel corso di ciascun incontro formativo (cfr. Parr. 1.1.3. e 2.1.), trasformando in variabili, tra tutte le informazioni raccolte, quelle rilevate in ogni sede ed effettivamente soggette a variazioni (cfr. a questo proposito il Par. 2.2.2, nel quale si descrive come altre informazioni, invece, siano fondamentalmente uguali in tutte le scuole, non soggette a variazione oppure non rilevabili in numerose sedi).

La tavola 6.1. riporta i giudizi espressi dagli osservatori esterni in merito ai tre indicatori individuati del clima dell'intervento formativo in ognuna delle scuole coinvolte: si tratta di tre fattori accidentali (quindi non prevedibili precedentemente) come livelli generali di attenzione, interesse e grado di consapevolezza in merito al tema trattato. Ciascuno di essi è diventato una variabile composta di cinque modalità<sup>1</sup>, successivamente sintetizzate in un *indice additivo del clima dell'intervento*, il cui valore minimo è 3 e il massimo 15. Infine, quest'ultimo è stato dicotomizzato in: "clima sfavorevole/poco favorevole" - per le scuole che hanno raggiunto un punteggio compreso tra 3 e 7 (ossia tutte le scuole di Roma, l'Ipsia Mattei di Latina, il liceo classico Buratti e l'Istituto Savi di Viterbo, l'Istituto magistrale Maccari e l'Ipsia Galilei di Frosinone); "clima mediamente/molto favorevole" - per le scuole che hanno raggiunto un punteggio compreso tra 8 e 15 (cioè il liceo scientifico Majorana e l'Istituto Marconi di Latina, l'Ipsia Marconi di Viterbo e l'Istituto da Vinci di Frosinone). Come si può notare dalla tavola 6.1. e dall'indice sintetico costruito a partire da essa, il clima in cui si è svolta la campagna è stato complessivamente non ottimale per l'ipotizzato successo finale dell'intervento formativo: generalmente bassi sono

<sup>1</sup> 1 basso, 2 medio-basso, 3 medio, 4 medio-alto e 5 alto.

<sup>2</sup> Cfr. Nota 1.

stati, infatti, i livelli di attenzione ed interesse e il grado di consapevolezza in merito al tema delle radiazioni ionizzanti. In sintesi, il clima è stato sfavorevole/poco favorevole in ben 8 scuole delle 12 facenti parte del GS, mentre è stato mediamente/molto favorevole solo in 4.

La tavola 6.2. riporta i giudizi espressi dagli osservatori esterni in merito ai quattro indicatori relativi alle caratteristiche strutturali in ognuna delle scuole coinvolte nell'intervento formativo: si tratta di fattori già noti dal personale universitario prima della realizzazione dell'intervento formativo, come le dimensioni, la disponibilità di posti a sedere, la qualità della visibilità e dell'acustica delle aule in cui sono state realizzate le lezioni degli esperti dell'ISPRÀ. Ciascuno di essi è diventato una variabile composta di cinque modalità<sup>2</sup>, successivamente sintetizzate in un *indice additivo delle caratteristiche strutturali*, il cui valore potenzialmente varierebbe da 4 a 20, ma che realmente presenta un *range* compreso fra 9 e 20 (il precedente sopralluogo del personale universitario ha, infatti, determinato la scelta di aule fondamentalmente adeguate alla realizzazione dell'evento sperimentale). Anche quest'indice è stato dicotomizzato in: "caratteristiche mediocri" – per le scuole che hanno raggiunto un punteggio compreso tra 9 e 12 (ossia il liceo classico Tacito di Roma, l'Itc Savi e l'Ipsia Marconi di Viterbo); "caratteristiche buone" – per le scuole che hanno raggiunto un punteggio compreso tra 13 e 20 (tutte le altre). Come si può notare dalla tavola 6.2. e dall'indice sintetico costruito a partire da essa, le caratteristiche strutturali degli ambienti sono risultate complessivamente adeguate per l'ipotizzato successo finale dell'intervento formativo: fondamentalmente di elevata qualità sono state, infatti, le dimensioni, la disponibilità dei posti a sedere, le qualità di visibilità e acustica delle aule utilizzate. In sintesi, le caratteristiche delle aule sono state complessivamente buone in ben 9 scuole delle 12 facenti parte del GS e mediocri solo in 3. Infatti, proprio perché già conosciute dai ricercatori prima dello svolgimento dell'intervento formativo, è stato possibile prevedere e controllare meglio i loro effetti rispetto a quanto si sia potuto fare per le proprietà del clima in cui è stata realizzata la lezione in ognuna delle scuole (o almeno per quella parte di informazioni relative al clima – di cui si tratta in questo capitolo – che non potevano essere note prima dell'intervento, cfr. a questo proposito Par. 1.1.4.).

Tav. 6.1. – Giudizi degli osservatori esterni su ciascun indicatore del clima dell'intervento

<b>ROMA</b>			
	<b>Liceo classico Tacito</b>	<b>Itis via Lombroso</b>	<b>Ippisar via Lombroso</b>
Livello generale di attenzione	Basso	Medio	Medio
Livello generale di interesse	Medio-basso	Medio-basso	Medio
Grado di consapevolezza	Basso	Basso	Basso
<b>LATINA</b>			
	<b>Liceo scientifico Majorana</b>	<b>Itis Marconi</b>	<b>Ipsia Mattei</b>
Livello generale di attenzione	Basso nella prima parte, alto nella seconda <sup>3</sup> = M	Alto	Basso
Livello generale di interesse	Basso nella prima parte, alto nella seconda = M	Alto	Basso
Grado di consapevolezza	Alto	Alto	Basso
<b>VITERBO</b>			
	<b>Liceo classico Buratti</b>	<b>Itc Savi</b>	<b>Ipsia Marconi</b>
Livello generale di attenzione	Alto in III liceo, basso nelle altre classi <sup>4</sup> = M	Basso	Alto
Livello generale di interesse	Basso	Basso	Alto
Grado di consapevolezza	Basso	Basso	Alto
<b>FROSINONE</b>			
	<b>Istituto magistrale Maccari</b>	<b>ITC da Vinci</b>	<b>IPSIA Galilei</b>
Stima del grado di preparazione	Basso per il primo intervento, medio per il secondo <sup>5</sup> = MB	Medio-alto	Medio-basso
Livello generale di interesse	Basso per il primo intervento, medio per il secondo = MB	Medio-alto	Medio-basso
Grado di consapevolezza	Basso per il primo intervento, medio per il secondo = MB	Medio	Basso

<sup>3</sup> Come si ricorderà dal Par. 2.2.2., in questa scuola l'attenzione e l'interesse dei ragazzi sono stati bassi nella prima parte della lezione, ma grazie al relatore, che ha cercato di modulare il proprio intervento sulle caratteristiche dell'uditorio, sono cresciuti molto durante la seconda parte.

<sup>4</sup> L'attenzione è stata alta tra gli studenti del primo, secondo e terzo liceo (triennio) seduti nelle prime file, ma scarsa per le classi restanti (cfr. Par. 2.2.2).

<sup>5</sup> Come si ricorderà dal Par. 2.2.2., l'intervento all'*istituto magistrale Maccari* è stato diviso in due incontri distinti, tenuti da due diversi esperti, a causa delle ridotte dimensioni dell'aula magna.

Tav. 6.2. – Giudizi degli osservatori esterni su ciascun indicatore delle caratteristiche strutturali

<b>ROMA</b>			
	<b>Liceo classico Tacito</b>	<b>Itis via Lombroso</b>	<b>Ippisar via Lombroso</b>
Dimensioni	Medio-basso	Alto	Medio-alto
Disponibilità di posti a sedere	Basso	Alto	Alto
Visibilità	Alto	Alto	Alto
Acustica	Basso	Alto	Alto
<b>LATINA</b>			
	<b>Liceo scientifico Majorana</b>	<b>Itis Marconi</b>	<b>Ipsia Mattei</b>
Dimensioni	Alto	Alto	Alto
Disponibilità di posti a sedere	Alto	Alto	Alto
Visibilità	Alto	Alto	Alto
Acustica	Alto	Alto	Alto
<b>VITERBO</b>			
	<b>Liceo classico Buratti</b>	<b>Itc Savi</b>	<b>Ipsia Marconi</b>
Dimensioni	Medio	Medio	Medio-basso
Disponibilità di posti a sedere	Alto	Alto	Medio-alto
Visibilità	Alto	Medio	Medio-basso
Acustica	Alto	Basso	Basso
<b>FROSINONE</b>			
	<b>Istituto magistrale Maccari</b>	<b>ITC da Vinci</b>	<b>IPSIA Galilei</b>
Dimensioni	Medio	Alto	Alto
Disponibilità di posti a sedere	Medio	Alto	Alto
Visibilità	Alto	Alto	Alto
Acustica	Alto	Alto	Alto

Le tabelle 6.1. e 6.2. riportano i quattro indici di cambiamento introdotti nel Cap. 5, mostrando il loro andamento in base al *clima* e alle *caratteristiche strutturali* dell'aula in cui si è svolto l'intervento.

Come si può notare nella tabella 6.1., coerentemente con quanto ipotizzato nel modello d'analisi (cfr. Fig. 1.2.), nelle scuole dove il clima dell'intervento è stato mediamente/molto favorevole, evidenziate in grigio, il valore dell'indice di miglioramento 1 è quasi doppio e quello dell'indice di miglioramento 2 triplo rispetto alle scuole dove il clima dell'intervento è stato sfavorevole/poco favorevole.

Si ricorderà che l'indice di miglioramento 1 è un rapporto di coesistenza che vede al numeratore il *numero di migliorati* al test di competenza sul tema e al denominatore il *numero di peggiorati*, quindi, un valore sull'indice 2,2 equivale a dire che per ogni peggiorato esiste una quantità di migliorati pari in media a 2,2 (mentre, fra coloro che hanno agito in un clima sfavorevole/poco favorevole, per ogni peggiorato esiste una quantità di migliorati pari in media a 1,3).

L'indice di miglioramento 2, invece, rappresenta lo scarto tra *numero di migliorati* al test di competenza e *numero di peggiorati*, rapportato al totale degli studenti raggiunti e moltiplicato per 100. Quindi, tale differenza nelle scuole in cui il clima è mediamente/molto favorevole è per tre volte a favore dei migliorati rispetto alle

scuole in cui il clima è sfavorevole/poco favorevole (in cui è, comunque, a favore dei migliorati).

Inoltre, nelle scuole dove le caratteristiche dell'aula sono buone, sempre evidenziate in grigio, il valore dell'indice di miglioramento 1 è più elevato rispetto a quelle in cui le caratteristiche sono mediocri; nelle prime, inoltre, l'indice di miglioramento 2 è oltre 4 volte maggiore rispetto alle scuole dove le caratteristiche sono mediocri. A conclusioni pressoché identiche si giunge osservando l'andamento degli indici 3 e 4 in tabella 6.2.

Tab. 6.1. - Indici di miglioramento 1 e 2 per clima dell'intervento e caratteristiche strutturali

Variabile	Modalità	Indice di miglioramento 1	Indice di miglioramento 2 [%]
Clima dell'intervento	Sfavorevole/poco favorevole	1,3	12,5
	Mediamente/molto favorevole	2,2	36,5
	<b>Totale</b>	<b>1,5</b>	<b>20,2</b>
Caratteristiche strutturali	Mediocri	1,1	6,1
	Buone	1,7	25,5
	<b>Totale</b>	<b>1,5</b>	<b>20,2</b>

Tab. 6.2. - Indici di miglioramento 3 e 4 per clima dell'intervento e caratteristiche strutturali

Variabile	Modalità	Indice di miglioramento 3	Indice di miglioramento 4
Clima dell'intervento	Sfavorevole/poco favorevole	0,17	0,05
	Mediamente/molto favorevole	0,32	0,10
	<b>Totale</b>	<b>0,22</b>	<b>0,07</b>
Caratteristiche strutturali	Mediocri	0,14	0,03
	Buone	0,25	0,08
	<b>Totale</b>	<b>0,22</b>	<b>0,07</b>

Naturalmente, nessuna di queste variabili da sola può determinare il miglioramento, ma sicuramente quella relativa al clima presente in aula è in grado di incidere fortemente, e in misura maggiore rispetto a quella riguardante le caratteristiche strutturali (i cui effetti, proprio perché già valutabile ex ante, sono stati tenuti abbastanza facilmente sotto controllo), sul buon esito dell'intervento formativo. Infatti, da un lato si può osservare che tutte le scuole con un clima dell'intervento mediamente/molto favorevole fanno registrare un effettivo miglioramento sugli indici, dall'altro non è possibile notare lo stesso cambiamento positivo per tutte le scuole con buone caratteristiche strutturali. Si pensi, ad esempio, all'Ipsia Galilei di Frosinone, che ha un valore dell'indice additivo del clima dell'intervento sfavorevole/poco favorevole, mentre dell'indice additivo delle caratteristiche strutturali buone (cfr. tavv. 6.1. e 6.2.): nel Cap. 5 (cfr. Tavv. 5.1.-5.4.) si è potuto osservare come i valori degli indici di miglioramento siano tutti inferiori a quelli medi del GS (l'indice di miglioramento 1 è pari a 0,9 contro 1,5 nell'intero gruppo, il 2 a -4,3 a fronte di 20,2, il 3 a 0,08 contro 0,22, il 4 a 0,05 a fronte di 0,07 in tutto il GS).

La medesima situazione si può osservare nell'istituto tecnico Lombroso di Roma, nell'istituto magistrale Fratelli Maccari di Frosinone e nell'istituto professionale Mattei di Latina. Di contro, a Viterbo l'istituto professionale Marconi ha il clima favorevole e le caratteristiche strutturali sfavorevoli al buon esito dell'intervento formativo, ma fa registrare valori degli indici di miglioramento superiori a quelli medi. Il liceo classico Tacito di Roma e l'istituto tecnico Savi di Viterbo hanno sia il clima, sia le caratteristiche strutturali non favorevoli all'ipotizzato buon esito dell'intervento formativo: entrambi, difatti, fanno registrare valori degli indici di miglioramento inferiori a quelli medi relativi all'intero gruppo.

Questi risultati sembrano evidenziare l'importanza strategica della qualità del clima regnante durante lo svolgimento della lezione per l'accrescimento del successo di una campagna di informazione. Le caratteristiche strutturali sembrano, infatti, rappresentare una condizione necessaria, ma non sufficiente per il buon esito dell'intervento formativo, mentre più determinante appare il clima in cui si svolge la campagna.

Riprendendo i lavori ormai quasi centenari di Elton Mayo (1946; tr. it. 1969) e della scuola delle relazioni umane, si può, infatti, sostenere che più che le condizioni fisico-ambientali, è il clima nel quale si sostanzia l'agire di un gruppo a favorire il rendimento del gruppo stesso. Come noto, il fine delle ricerche condotte da Mayo alla Western Electric Company era, attraverso una serie di esperimenti con GS e GC, il fattore X in grado di condizionare la produttività di un gruppo. Il risultato finale di questi esperimenti prova che la prestazione individuale non è condizionata direttamente da fattori fisico-ambientali, bensì dalla struttura delle relazioni interpersonali stabilite tra i membri del gruppo, nonché tra questi e i ricercatori.

Dal momento che la produttività del gruppo di studenti di ogni scuola coinvolto nell'intervento formativo coincide sostanzialmente con l'incremento delle competenze in tema di radioattività a seguito della lezione degli esperti dell'ISPRa, si può sostenere che la prestazione del singolo componente nello svolgimento del secondo test di competenza sia direttamente legata alla qualità delle relazioni interpersonali stabilite tra gli studenti, tra questi e i loro docenti, nonché tra gli studenti e il personale universitario, tra gli studenti e gli esperti dell'ISPRa nel corso della lezione.

Pertanto, per predisporre una campagna informativa ancora più efficace di quella posta in essere, si dovrebbe fortemente puntare ad un migliore *governo del clima* presente in aula (silenzio, rispetto per il relatore e dei turni di parola, compostezza in aula durante la spiegazione, ecc.) e all'*innalzamento della qualità del dibattito*<sup>5</sup>, (mirando ad aumentare l'interesse, l'attenzione e la consapevolezza dei ragazzi in merito al tema della radioattività) ottenibili attraverso una più stretta e organizzata collaborazione con i docenti delle scuole e un più ampio coinvolgimento degli studenti. Al fine di ottenere anche risultati di lungo termine sul piano delle competenze, sarebbe auspicabile che tutta l'esperienza di informazione si inserisca in un progetto formalizzato, che coinvolga sinergicamente università, ISPRa, dirigenti e docenti scolastici, studenti fin dall'inizio dell'anno scolastico.

I docenti interni delle scuole, in particolare, potrebbero essere coinvolti in un'attività didattica preparatoria all'intervento formativo stesso, pensando, ad esempio,

---

<sup>5</sup> Il dibattito, infatti, può essere considerato una sorta di cartina di tornasole dell'apprezzamento manifestato dagli studenti nei confronti della lezione, espresso nei termini della sua vivacità, del tasso di partecipazione ad esso, del calibro e del taglio delle domande poste, ecc.

alla predisposizione di opportuni materiali da far gestire ai professori stessi prima dell'ingresso degli esperti, al fine di preparare il terreno, sia sul piano delle competenze, sia su quello delle motivazioni degli studenti ad affrontare questo specifico tema. Alcuni studiosi (cfr. Ettema and Kline 1977; Tyler, 1980; Gaziano 1983; Tyler and Cook, 1984), infatti, evidenziano come sull'attenzione e sull'assimilazione di informazioni influisca il livello delle conoscenze che gli individui già possiedono sull'argomento trattato.

In un'ulteriore e futura indagine, inoltre, alla luce dell'esperienza maturata in questa occasione, si potrebbe progettare una comunicazione migliore, maggiormente attraente; l'ausilio potrebbe essere rappresentato da un supporto informatico dinamico (di contro allo statico power point utilizzato per questa ricerca-intervento). Secondo Lucchini (1996), infatti, i supporti visivi sono centrali nel processo di apprendimento; altri, inoltre, sottolineano come colori ed elementi visivi siano utili per combattere la noia e la disattenzione dell'uditorio nel corso di una presentazione (cfr. Fidler, 1997; Cucco, Pagani e Pasquali, a c. di, 2005; Martini e Falletti, 2005).

## **6.2. La valutazione dell'intervento da parte degli studenti**

Dopo aver dato conto dell'esito dell'intervento formativo alla luce della valutazione in merito alla realizzazione dello stesso fornita dagli osservatori esterni/coordinatori delle unità locali, si può analizzare la valutazione fornita dagli stessi intervistati in merito alla lezione condotta dagli esperti dell'ISPRa. Si tratta, naturalmente, di dati riferiti ai soli studenti del GS, presenti ad entrambe le rilevazioni e all'intervento formativo.

La formulazione della domanda 9 della versione di questionario sottoposta in fase di posttest ai soli ragazzi appartenenti al GS (cfr. Allegato 3), prevedeva che l'intervistato valutasse (collocandosi su una posizione di assenso totale o parziale, oppure di dissenso) la lezione tenuta dall'esperto dell'ISPRa come:

1. occasione per acquisire nuove conoscenze;
2. opportunità di agevole apprendimento (contenuti di facile comprensione);
3. stimolo per la propria curiosità;
4. incentivo per l'acquisizione (personale e successiva) di nuove conoscenze sul tema delle radiazioni ionizzanti.

Come si può notare nella tabella 6.3., la lezione ha riscosso sostanzialmente successo fra i ragazzi essendo riconosciuta da questi come occasione per l'acquisizione di nuove conoscenze, grazie anche alla sua facilità di comprensione. Gli argomenti trattati, però, non rientrano strettamente tra gli interessi di questi giovani, dal momento che sollecitano solo parzialmente la loro curiosità e non riescono ad incentivarli ad acquisire informazioni aggiuntive.

Infatti, la netta maggioranza degli intervistati (93,1%) ritiene di aver acquisito nuove conoscenze grazie all'intervento formativo (il 38,2% è convinto di aver decisamente fatto propri nuovi saperi e il 54,9% di averlo fatto almeno in parte). Dal punto di vista comunicativo, poco più della metà (54,4%) degli studenti pensa che l'intervento sia stato, anche se non completamente, comprensibile e il 23,5% ha addirittura trovato interamente accessibili i suoi contenuti (ma il 22,1% ha espresso un parere negativo nei confronti della facilità di comprensione della lezione). Inoltre, il 55,2% ha dichiarato di essere stato incuriosito, almeno in parte, dagli argomenti trattati, ma a fronte di una percentuale pari al 16,3% di soggetti che sono stati

completamente attratti, il 28,5% di essi non si sono lasciati incuriosire. Purtroppo, la maggioranza dei casi (56,8%) non è stata invogliata dall'intervento formativo ad approfondire il tema (il 35,6% ha subito solo una parziale sollecitazione).

Tab. 6.3. – Giudizi degli studenti sull'intervento formativo [%]

Giudizio sulla lezione	Si, decisamente	Si, in parte	No
Mi ha consentito di acquisire nuove conoscenze	38,2	54,9	6,9
È stata di facile comprensione	23,5	54,4	22,1
Ha sollecitato la mia curiosità	16,3	55,2	28,5
Mi ha fatto venire voglia di approfondire il tema	7,6	35,6	56,8

Come si può notare nella tabella 6.4., per coloro che ritengono di aver acquisito nuove conoscenze, che hanno giudicato la lezione complessivamente accessibile, che sono stati incuriositi (completamente o almeno in parte), che hanno maturato la voglia (intensamente o parzialmente) di approfondire il tema, cioè per quanti sono in grado di riconoscere il proprio miglioramento sia nei termini di acquisizione di nuove competenze che di predisposizione positiva verso l'argomento, gli indici di miglioramento 1 e 2 sono più elevati rispetto agli altri intervistati (a soluzioni analoghe si giunge attraverso la lettura degli andamenti degli indici di miglioramento 3 e 4, cfr. tab. 6.5.).

A dire il vero, quella fra miglioramento sul piano delle competenze e valutazione complessiva della lezione tenuta dagli esperti dell'ISPPRA è una relazione dalla direzione controversa. Se da un lato, infatti, si può ritenere che quanti siano rimasti soddisfatti dei contenuti e della realizzazione dell'intervento formativo abbiano acquisito maggiori conoscenze (sono stati più attenti, hanno seguito con maggiore interesse e, conseguentemente, hanno assimilato numerose informazioni), dall'altro è anche vero che coloro i quali sono migliorati maggiormente a seguito della lezione possono ritenersi maggiormente soddisfatti di essa.

Qualunque sia il verso della relazione, essa risulta particolarmente forte tra quanti, a seguito dell'intervento formativo, si sentono invogliati ad approfondire il tema. Ad un opportuno controllo (cfr. Tab. 6.6) si è potuto evidenziare come oltre la metà di quanti hanno fortemente maturato questa voglia di approfondimento, abbia già provveduto nel corso degli ultimi 15 giorni (successivi all'intervento formativo) a ricercare canali e contenuti di approfondimento. Questo risultato sembra rafforzare quanto già sostenuto nel paragrafo precedente in merito all'importanza, per predisporre una campagna informativa ancora più efficace di quella posta in essere, di coinvolgere gli studenti prima dell'intervento formativo vero e proprio in un progetto formalizzato di preparazione al tema: si è già detto, infatti, come il livello delle conoscenze che gli individui già possiedono su un argomento agisca sull'attenzione e sull'assimilazione di informazioni aggiuntive su di esso.

Si può, pertanto, ritenere che se si lavora informando gli studenti prima della realizzazione della campagna informativa e puntando ad un miglioramento della qualità del clima presente in aula, si può ottenere un risultato migliore nei termini di accrescimento delle competenze.

Tab. 6.4. – Giudizi degli studenti sull'intervento formativo per indici di miglioramento 1 e 2

Giudizio sulla lezione	Modalità	Indice di miglioramento 1	Indice di miglioramento 2 (%)
Mi ha consentito di acquisire nuove conoscenze	Si, decisamente	1,8	27,6
	Si, in parte	1,5	18,6
	No	1,3	12,3
	<b>Totale</b>	<b>1,6</b>	<b>21,6</b>
È stata di facile comprensione	Si, decisamente	1,5	21,2
	Si, in parte	1,7	25,1
	No	1,3	13,8
	<b>Totale</b>	<b>1,6</b>	<b>21,7</b>
Ha sollecitato la mia curiosità	Si, decisamente	1,7	25,4
	Si, in parte	1,8	27,3
	No	1,2	7,7
	<b>Totale</b>	<b>1,5</b>	<b>21,4</b>
Mi ha fatto venire voglia di approfondire il tema	Si, decisamente	2,6	45,2
	Si, in parte	2,1	36,3
	No	1,2	9,4
	<b>Totale</b>	<b>1,6</b>	<b>21,7</b>

Tab. 6.5. – Giudizi degli studenti sull'intervento formativo per indici di miglioramento 3 e 4

Giudizio sulla lezione	Modalità	Indice di miglioramento 3	Indice di miglioramento 4
Mi ha consentito di acquisire nuove conoscenze	Si, decisamente	0,34	0,11
	Si, in parte	0,18	0,06
	No	0,1	0,02
	<b>Totale</b>	<b>0,24</b>	<b>0,08</b>
È stata di facile comprensione	Si, decisamente	0,29	0,1
	Si, in parte	0,24	0,07
	No	0,18	0,07
	<b>Totale</b>	<b>0,24</b>	<b>0,08</b>
Ha sollecitato la mia curiosità	Si, decisamente	0,27	0,09
	Si, in parte	0,27	0,09
	No	0,16	0,05
	<b>Totale</b>	<b>0,24</b>	<b>0,08</b>
Mi ha fatto venire voglia di approfondire il tema	Si, decisamente	0,29	0,09
	Si, in parte	0,33	0,11
	No	0,17	0,5
	<b>Totale</b>	<b>0,24</b>	<b>0,08</b>

Tab. 6.6. – Giudizio sull'intervento formativo "Mi ha fatto venire voglia di approfondire il tema" per approfondimento personale del tema della radioattività negli ultimi 15 giorni [%]

		Giudizio sulla lezione: Mi ha fatto venire voglia di approfondire il tema			Totale
		Sì, decisamente	Sì, in parte	No	
<b>Approfondimento personale del tema della radioattività negli ultimi 15 giorni</b>	No	49,2	73,2	92,0	82,1
	Sì	50,8	26,8	8,0	17,9
Totale		100 (61)	100 (287)	100 (463)	100 (811)

Le valutazioni espresse dagli studenti sono state messe anche in relazione con l'analisi del mutamento nel tempo dei punteggi ottenuti al test di competenza, ossia con l'indice a 10 modalità di cui si è già parlato nel Par. 4.5, in grado di stimare i cambiamenti (positivi, negativi o nulli) verificatisi nel passaggio dalla rilevazione di pretest a quella di posttest in base al tipo di punteggio ottenuto in  $T_1$  (cfr. Tabb. 6.7. – 6.10.).

Appare degna di interesse la complessiva conferma della coerenza, da un lato, tra l'autovalutazione degli studenti in merito all'acquisizione di nuove competenze a seguito dell'intervento formativo, alla facilità di comprensione della lezione, alla curiosità sollecitata, alla voglia di approfondire il tema della radioattività, con il cambiamento positivo o la stabilità sugli alti punteggi dell'indice di analisi del mutamento; dall'altro, tra l'autovalutazione relativamente alla mancata acquisizione di nuove conoscenze, alla difficoltà di comprensione della lezione, all'indifferenza complessiva verso il tema della radioattività con il peggioramento o la stabilità sui bassi punteggi del medesimo indice.

Tab. 6.7. – Analisi del mutamento nel tempo dei punteggi ottenuti al test di competenza per giudizio “Mi ha consentito di acquisire nuove conoscenze” [%]

		Giudizio sulla lezione: Mi ha consentito di acquisire nuove conoscenze			Totale
		Si, decisamente	Si, in parte	No	
<b>Analisi del mutamento nel tempo dei punteggi ottenuti al test di competenza</b>	Stabilità sui bassi punteggi	7,3	15,7	12,3	12,3
	Stabilità sugli alti punteggi	47,0	40,5	36,8	42,7
	Forte miglioramento dai bassi agli alti punteggi	6,3	3,5	3,4	4,6
	Forte peggioramento dagli alti ai bassi punteggi	1,9	2,0	5,3	2,2
	Debole miglioramento nell'area dei bassi punteggi	1,6	2,2	1,8	1,9
	Debole miglioramento dai bassi agli alti punteggi	9,5	8,8	8,8	9,1
	Debole miglioramento nell'area degli alti punteggi	15,2	12,2	12,3	13,3
	Debole peggioramento nell'area dei bassi punteggi	0,4	2,0	10,5	1,9
	Debole peggioramento dagli alti ai bassi punteggi	4,1	6,0	5,3	5,3
	Debole peggioramento nell'area degli alti punteggi	6,7	7,1	3,5	6,7
Totale		100,0 (315)	100,0 (452)	100,0 (57)	100,0 (824)

$p = .000$

Tab. 6.8. – Analisi del mutamento nel tempo dei punteggi ottenuti al test di competenza per giudizio “È stata di facile comprensione” [%]

		Giudizio sulla lezione: È stata di facile comprensione			Totale
		Sì, decisamente	Sì, in parte	No	
<b>Analisi del mutamento nel tempo dei punteggi ottenuti al test di competenza</b>	Stabilità sui bassi punteggi	8,8	11,2	18,8	12,3
	Stabilità sugli alti punteggi	45,6	45,3	33,7	42,8
	Forte miglioramento dai bassi agli alti punteggi	5,7	3,8	5,0	4,5
	Forte peggioramento dagli alti ai bassi punteggi	1,6	2,7	1,1	2,1
	Debole miglioramento nell'area dei bassi punteggi		2,2	3,3	2,0
	Debole miglioramento dai bassi agli alti punteggi	4,1	10,8	10,5	9,1
	Debole miglioramento nell'area degli alti punteggi	18,1	12,6	10,5	13,4
	Debole peggioramento nell'area dei bassi punteggi	1,0	0,9	5,5	2,0
	Debole peggioramento dagli alti ai bassi punteggi	7,3	4,9	3,3	5,1
	Debole peggioramento nell'area degli alti punteggi	7,8	5,6	8,3	6,7
Totale		100,0 (193)	100,0 (446)	100,0 (181)	100,0 (820)

$p = .000$

Tab. 6.9. – Analisi del mutamento nel tempo dei punteggi ottenuti al test di competenza per giudizio “Ha sollecitato la mia curiosità” [%]

		Giudizio sulla lezione: Ha sollecitato la mia curiosità			Totale
		Sì, decisamente	Sì, in parte	No	
Analisi del mutamento nel tempo dei punteggi ottenuti al test di competenza	Stabilità sui bassi punteggi	6,7	10,8	18,4	12,3
	Stabilità sugli alti punteggi	41,8	44,7	39,7	42,8
	Forte miglioramento dai bassi agli alti punteggi	6,7	4,4	3,4	4,5
	Forte peggioramento dagli alti ai bassi punteggi	3,7	1,5	2,1	2,2
	Debole miglioramento nell'area dei bassi punteggi		2,9	1,3	1,9
	Debole miglioramento dai bassi agli alti punteggi	6,8	10,6	7,7	9,1
	Debole miglioramento nell'area degli alti punteggi	19,4	11,9	12,8	13,4
	Debole peggioramento nell'area dei bassi punteggi		1,1	4,7	1,9
	Debole peggioramento dagli alti ai bassi punteggi	3,0	6,2	4,3	5,1
	Debole peggioramento nell'area degli alti punteggi	11,9	5,9	5,6	6,8
Totale		100,0 (134)	100,0 (454)	100,0 (234)	100,0 (822)

$p = .000$

Tab. 6.10. – Analisi del mutamento nel tempo dei punteggi ottenuti al test di competenza per giudizio “Mi ha fatto venire voglia di approfondire il tema” [%]

		Giudizio sulla lezione: Mi ha fatto venire voglia di approfondire il tema			Totale
		Sì, decisamente	Sì, in parte	No	
Analisi del mutamento nel tempo dei punteggi ottenuti al test di competenza	Stabilità sui bassi punteggi	8,1	8,6	15,2	12,3
	Stabilità sugli alti punteggi	46,8	44,5	41,2	42,8
	Forte miglioramento dai bassi agli alti punteggi	6,5	5,5	3,6	4,5
	Forte peggioramento dagli alti ai bassi punteggi	3,2	0,7	2,8	2,1
	Debole miglioramento nell'area dei bassi punteggi	1,6	2,1	1,9	2,0
	Debole miglioramento dai bassi agli alti punteggi	4,8	9,9	9,2	9,1
	Debole miglioramento nell'area degli alti punteggi	16,1	16,4	11,2	13,4
	Debole peggioramento nell'area dei bassi punteggi		0,7	3,0	2,0
	Debole peggioramento dagli alti ai bassi punteggi	1,6	5,8	5,2	5,1
	Debole peggioramento nell'area degli alti punteggi	11,3	5,8	6,7	6,7
Totale		100,0 (62)	100,0 (292)	100,0 (466)	100,0 (820)

$p = .035$

Passando ad un controllo della relazione tra i giudizi espressi dagli studenti in merito all'intervento formativo e alcune variabili in ipotesi fondamentali, come *città*, *tipo di scuola*, *genere*, *livello di capitale culturale familiare* e *posizione nel percorso formativo*, si può osservare che le valutazioni migliori sono state registrate soprattutto da parte degli studenti dell'istituto professionale (cfr. tabb. 6.11. – 6.30., Allegato 7). In particolare:

- sono gli studenti di Frosinone (che, come si ricorderà, è l'unica città fra quelle in analisi a non essere interessata da fenomeni di radioattività naturale o artificiale) a dichiarare in misura maggiore di aver acquisito nuove conoscenze, aver trovato comprensibile l'intervento, essersi sentiti incuriositi e aver avuto la voglia di approfondire il tema grazie alla lezione degli esperti dell'ISPRAS;
- ritengono in misura maggiore di aver acquisito nuove conoscenze gli studenti dell'istituto professionale e quelli con basso capitale culturale familiare;
- hanno trovato comprensibile l'intervento in misura maggiore i rispondenti con alto capitale culturale e quelli del triennio (ossia, come era facile attendersi, quelli con una formazione personale e scolastica più avanzata);

- si sono sentiti incuriositi in misura maggiore gli studenti dell'istituto professionale;
- hanno maturato la voglia di approfondire il tema soprattutto i rispondenti dell'istituto professionale e coloro che frequentano il triennio.

Le ultime quattro tabelle in Allegato 7 [cfr. tabb. 6.31. - 6.34.] permettono, infine, di osservare nel dettaglio l'andamento delle valutazioni nelle singole scuole.

Si conferma, quindi, l'ipotesi che sia un insieme di elementi a determinare l'efficacia dell'intervento formativo: le variabili individuali appena osservate potrebbero essere definite "predisposizione all'apprendimento" degli intervistati e concorrono, insieme al clima dell'intervento e alle caratteristiche dell'aula (nonché a tutte le variabili di cui si è trattato nel corso del Cap. 4), a determinare il miglioramento del punteggio ottenuto dagli intervistati al  $T_2$  sul test di competenza in tema di radiazioni ionizzanti, ossia a contribuire al modo in cui l'informazione trasmessa dagli esperti dell'ISPRA viene poi strutturata, valorizzata, rielaborata, discussa, interiorizzata, scambiata dagli studenti.

## 7. UNO SGUARDO D'INSIEME SUI RISULTATI DELLA RICERCA-INTERVENTO: UN MODELLO ALLA PROVA

di Antonio Fasanella

---

È opportuno chiudere questo lavoro compiendo una valutazione complessiva, in grado di evidenziare sinteticamente, ma il più possibile precisamente, i punti di forza e gli aspetti critici della ricerca-intervento realizzata.

La scelta di seguire un disegno di ricerca sperimentale, per quanto assai onerosa sul piano organizzativo [selezione dei casi, gestione delle risorse umane e tecnologiche, articolazione temporale delle diverse fasi dell'indagine, coordinamento del gruppo di ricerca, gestione dei rapporti con i dirigenti scolastici e i docenti degli istituti campionati, comunicazioni con il committente e il gruppo degli esperti ISPRA, ecc.], sembra aver dato risultati di tutto rispetto sul piano sostantivo.

È utile qui ricordare gli aspetti metodologici che hanno caratterizzato l'indagine, consentendo di cogliere l'obiettivo cognitivo prefissato:

- la duplice rilevazione con questionario è avvenuta in tutti i contesti selezionati nel rispetto della medesima unità temporale: in tutte le scuole campionate l'indagine si è aperta e chiusa in un arco medio di 15-20 gg (cfr. Par. 1.1.);
- la scelta dell'auto-compilazione del questionario nelle singole classi, alla presenza di coppie di rilevatori opportunamente addestrati al fine di monitorare ed eventualmente supportare la compilazione stessa, si è rivelata proficua (*ibid.*);
- l'assetto complessivo del questionario (opportunamente testato prima di un suo utilizzo estensivo), in quanto a grafica adottata, note alla compilazione, numero di domande e di risposte precodificate, livello di strutturazione di domande e risposte, ordine dei quesiti, *wording*, ecc., si è rivelato di grande efficacia (corretta e completa compilazione dei questionari raccolti, scarsa diffusione di *response set* e mancate risposte, contenuto ricorso alla modalità di risposta "non so" nel caso del test di competenza, ecc. – cfr. *ibid.* e Par. 4.2.);
- la percentuale dei casi considerati validi ai fini delle analisi svolte (presenti in tutte le occasioni di indagine, compreso l'intervento formativo per il GS) è rilevante, includendo, difatti, ben i due terzi dei presenti nel corso della prima rilevazione (cfr. Parr. 1.1. e 4.6.);
- la perfetta riuscita del sistema di *matching* ha consentito di procedere ad un'analisi del mutamento non solo in forma aggregata, ma anche caso per caso (cfr. Par. 1.1. e Cap. 4);
- la selezione delle singole unità scolastiche in base, rispettivamente, al tipo di formazione, alla numerosità degli iscritti, alla prossimità spaziale rispetto a potenziali fonti di radiazioni ionizzanti, nonché l'attribuzione casuale delle stesse ai due gruppi, sperimentale e di controllo, ha dato luogo al T<sub>1</sub> ad una generalizzata e sostanziale equivalenza tra essi su tutte le variabili rilevanti, compresa la competenza sul tema (cfr. Par. 1.1., 1.2. e Cap. 3);

- tutti i fattori di invalidità interna ed esterna dell'esperimento sono risultati sostanzialmente controllati (cfr. Par. 1.4.);
- la comunicazione e collaborazione intra- ed inter-gruppi si è rivelata efficace a tutti i livelli (cfr. Parr. 1.1., 2.1. e 2.2.2.).

Il principale obiettivo con il quale ci si è misurati ha riguardato lo studio dell'impatto della campagna-intervento dell'ISPRA, ovvero l'analisi del mutamento tra  $T_1$  e  $T_2$ . A partire da tale analisi, sviluppata nelle pagine precedenti di questo volume, varrebbe la pena in questa sede provare a formulare un sistema articolato di proposte, il più possibile argomentato sulla base della ricca e solida base empirica a disposizione, che tenga nella giusta considerazione gli elementi di criticità emersi, anche in vista di una nuova realizzazione, magari su scala più ampia, della campagna di informazione sul tema del rischio da radioattività.

Possono essere quindi richiamati brevemente i più significativi risultati ottenuti dalla nostra indagine.

A livello analitico, se si esaminano le risposte fornite dagli studenti ai singoli item relativi alle conoscenze sul tema della radioattività, tenendo conto tanto di quelli percepiti come più difficili, quanto di quelli considerati come più facili, si può notare come la quota di studenti che migliora le proprie conoscenze passando nel tempo da una risposta errata a una risposta appropriata sia costantemente più elevata nel GS rispetto al GC. Un ulteriore vantaggio mostrato dal GS in confronto al GC consiste nella maggiore propensione del primo gruppo alla stabilità nel tempo sulla risposta corretta a fronte di una diffusa e significativa tendenza allo slittamento temporale sulla risposta sbagliata da parte del secondo gruppo (cfr. Allegato 6, Tabb. 4.13.-4.61.; Graff. 4.1.-4.49.). Insomma, sembra attuarsi un *meccanismo di conservazione/GS vs. dissipazione/GC*. Come a dire che il gruppo che riceve l'intervento formativo tende, se non a migliorare, a preservare le proprie conoscenze valide intorno alla questione della radioattività, mentre le conoscenze espresse dal gruppo che non ha l'opportunità di ricevere informazione adeguata tendono nel tempo piuttosto a consumarsi che non a conservarsi. Certo, vi sono aspetti trattati - oggetto di maggiore attenzione nel corso dell'intervento ovvero risultati di più agevole ricezione, o ancora valutati maggiormente interessanti dagli studenti raggiunti dall'intervento formativo, o infine semplicemente percepiti come più familiari - rispetto ai quali si registra un miglioramento più evidente (si possono consultare in proposito anche le Tabb. 4.62., 4.63., 4.65.).

A livello sintetico, occorre ricordare come, al fine di rilevare l'evoluzione delle conoscenze in maniera complessiva, siano state formulate interessanti concettualizzazioni in merito alla nozione stessa di cambiamento, in grado di evidenziare i diversi possibili aspetti di una dimensione concettuale senza dubbio complessa. Le diverse rappresentazioni e definizioni del concetto di cambiamento hanno poi operativamente dato luogo a diverse elaborazioni e analisi dei dati, sostanziatesi nella costruzione di numerosi indici di mutamento (cfr. Cap. 4). Queste misure, se, per un verso, applicate singolarmente, hanno consentito di mettere a fuoco particolari caratteristiche del cambiamento, dall'altro, assunte nel loro insieme, hanno permesso l'adozione di una strategia di triangolazione, grazie alla quale i risultati sperimentali hanno acquisito una certamente apprezzabile, maggiore solidità. Così, in base a *tutti* gli indici costruiti, il GS si qualifica per un più elevato volume complessivo di progressività nell'arco temporale dell'esperimento, ma anche per una maggiore incidenza delle progressioni brillanti, cioè dei passaggi da punteggi bassi al  $T_1$  a

punteggi elevati al  $T_2$ . Inoltre, mentre, in generale, la stabilità verso l'alto contraddistingue in misura significativamente maggiore il GS rispetto al GC, quella verso il basso sembra essere una prerogativa esclusiva del GC (cfr. Cap. 4).

Una volta accertate (1) la produzione di un miglioramento generalizzato delle conoscenze in tema di radiazioni ionizzanti degli studenti facenti parte del gruppo esposto all'intervento formativo e, grazie allo specifico disegno di ricerca adottato, (2) l'imputabilità di tale risultato precisamente ed esclusivamente all'attività di formazione svolta dall'ISPR, si è tentato di comprendere il genere di fattori in grado di interagire con il "trattamento sperimentale". A tal fine è stato fatto ricorso al modello di cui alla Figura 1.2. Le variabili che lo costituiscono sono riconducibili, da un lato, alle caratteristiche del *contesto* entro il quale si è svolto l'intervento formativo (elementi strutturali e sistema di relazioni, cfr. Cap. 6), dall'altro, alle caratteristiche degli individui e dei loro ambiti di azione (genere, capitale culturale, posizione nel percorso formativo, grado di informazione, assunzione di comportamenti eco-compatibili, città e scuola di appartenenza). Peraltro, a rigore, solo questi ultimi elementi, diversamente dai primi, possono a pieno titolo rientrare nella classe dei fattori *ceteris paribus*, proprio in forza dell'applicazione di un disegno sperimentale a due gruppi, di fatto, come si è visto, equivalenti. In altri termini, ciò che si intende precisare è che quando si afferma l'equivalenza dei due gruppi (GS e GC) al netto del trattamento sperimentale (X) si introduce una semplificazione, dal momento che il GS si differenzia dal GC non solo, come dovrebbe, per la X ma anche, inevitabilmente, per i fattori che strutturano il contesto entro il quale la X viene erogata, i quali di solito – e precisamente in questo consiste la semplificazione – vengono per comodità assimilati a X, risultando così impregiudicata la condizione che stabilisce che la X costituisce l'unica differenza tra i gruppi studiati. Questa precisazione induce a esplicitare che il tipo di analisi a cui introduce il modello rappresentato in Figura 1.2. *non riguarda la validità interna, bensì la validità esterna dell'esperimento*. A essere in discussione, cioè, non è la fondatezza degli esiti dell'esperimento effettuato, bensì la possibilità di estendere il risultato osservato ad altri contesti e ad altri gruppi che non siano quelli strettamente sperimentali. Nel modello in oggetto (Fig. 1.2.) sono rappresentati due dei tre fattori<sup>1</sup> (ben noti alla metodologia sperimentale, cfr. per tutti Campbell e Stanley, 1966; tr. it. 2004) in grado, nel caso specifico, di condizionare la generalizzabilità del risultato: (1) la "reattività alle condizioni sperimentali" – le *variabili contestuali* del modello, ovvero quanto di rilevante accade *durante la sessione sperimentale*, interferendo con il trattamento sperimentale sì da influenzarne i risultati; (2) l'"interazione selezione-X" – le "variabili individuali" del modello, ovvero le caratteristiche sulla cui base sono prescelti i soggetti esposti alla X, come nel primo caso, capaci di interagire con X fino a condizionarne in positivo o in negativo l'esito. È ovvio che, in caso di risultato positivo dell'esperimento (come per l'esperienza di ricerca presentata in queste pagine), tale risultato può essere riprodotto/generalizzato a patto che le condizioni nelle quali sarà realizzato un ulteriore, omologo trattamento e le caratteristiche dell'ulteriore gruppo di soggetti a cui esso sarà destinato *siano il più possibile simili alle condizioni contestuali e alle caratteristiche individuali osservate in sede di esperimento*. Sicché appare cruciale sapere se sussistano condi-

---

<sup>1</sup> Il terzo fattore (cosiddetto "interazione testing-X") è stato oggetto di trattazione specifica nel Par. 1.4. a cui si rinvia.

zioni/ caratteristiche tali da interagire con X così da indebolire ovvero consolidare gli effetti del trattamento sperimentale, in modo da tenerne conto proprio in sede di generalizzazione/ previsione dei risultati.

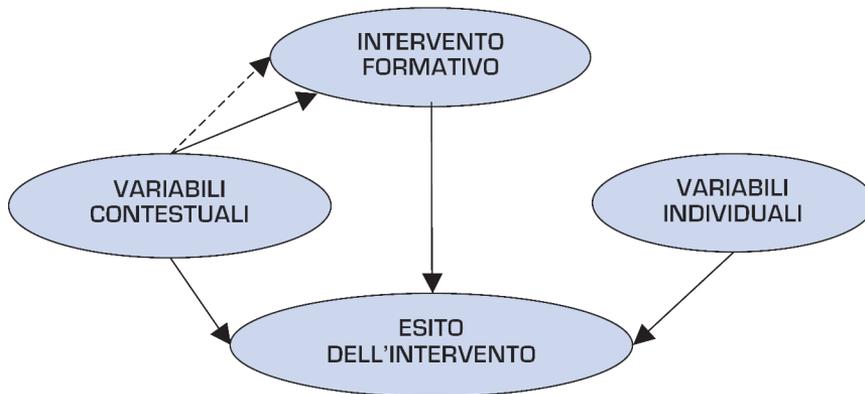


Fig. 1.2. – Modello di relazione fra le aree indagate

Per tracciare un bilancio sintetico del peso che le variabili intervenienti costitutive del modello rappresentato in Fig. 1.2. hanno esercitato sull'esito dell'intervento formativo, si può cominciare con i fattori contestuali. Evidentemente, il sufficiente grado di adeguatezza dell'ambiente fisico nel quale si è tenuta la lezione dell'ISPRa rappresenta una sorta di prerequisito dell'esperimento. Si tratta di intendersi, tuttavia, sulla nozione di "sufficiente grado di adeguatezza". Il riferimento è a una dotazione minimale da parte della scuola, al di sotto della quale non risulta possibile la stessa realizzazione dell'intervento, tale da garantire un'aula in grado di ospitare il numero studenti previsto, fornita di un supporto per la proiezione del materiale didattico [lavagna luminosa o apparecchiature simili], con una sufficiente acustica. Garantita questa minimale *conditio sine qua non*, occorre dire che le caratteristiche strutturali dell'ambiente non sono importanti in quanto tali, perché non sono in grado in quanto tali di spiegare il buono o cattivo esito dell'intervento. Perciò, in base alla nostra esperienza, non è possibile affermare, secondo un'ipotesi meccanicistica, che quanto più gli istituti sono forniti di aule grandi, ben dotate e confortevoli da destinare all'intervento, tanto più significativi saranno i progressi sul piano delle competenze a seguito dello stesso. Tutto ciò che si può dire è che buone condizioni fisico-ambientali non ostacolano l'instaurarsi di un clima favorevole all'intervento (cfr. Cap. 6) – ed entra in gioco così il secondo set di caratteristiche relazionali rientranti nella classe delle variabili contestuali del modello (Fig. 1.2.) – ma ciò non significa che lo favoriscano necessariamente; mentre un ambiente eccessivamente disagiata può finire per impedire la diffusione di condizioni "climatiche" positive, ma si sta parlando evidentemente di ambienti al di sotto della soglia minima che rende possibile l'intervento stesso. Per fare un esempio, in uno degli istituti facenti parte del GS, pur essendosi l'intervento tenuto all'interno di una palestra in condizioni acustiche precarie e nella quale gli studenti si sono

“sistemati” per la maggior parte sul pavimento, si è nondimeno registrato un miglioramento non troppo distante dalla media del GS.

Un discorso a parte merita la seconda classe di variabili contestuali, riconducibili a quello che si è definito appunto il clima dell'intervento (Cap. 6), cioè a dire una serie complessa di micro-eventi occorsi nella sessione sperimentale, che, opportunamente interpretati e rilevati da personale facente parte del gruppo di ricerca e addestrato allo scopo, hanno consentito di ricostruire alcuni rilevanti aspetti riguardanti il GS al momento del concreto svolgersi dell'intervento formativo. Tali dimensioni, che hanno riguardato il *grado di attenzione*, di *interesse e disponibilità all'ascolto*, di *consapevolezza pregressa intorno al tema trattato*, sono state sottoposte ad un doppio processo di sintesi, grazie al quale è stato possibile trattarle nei termini di un atteggiamento complessivo mostrato dagli studenti del GS verso la lezione dei tecnici dell'ISPRA nel momento stesso in cui essa veniva svolta (cfr. ancora Cap. 6). Ebbene, è emersa una chiara associazione tra clima sfavorevole e peggioramento a seguito dell'intervento formativo, più netta ed evidente dell'associazione, che pure si è registrata, tra clima positivo e miglioramento delle competenze. In altri termini, mentre un ambiente favorevole alla ricezione della comunicazione non è sempre garanzia di elevata progressione delle conoscenze, viceversa un atteggiamento di rifiuto dei contenuti informativi determina un annullamento dei benefici dello stesso intervento, cosicché è stato possibile osservare, nei casi pure contenuti di clima negativo, livelli di peggioramento tra i ragazzi del GS comparabili a quelli complessivamente caratterizzanti il GC.

Le considerazioni appena svolte portano a valutare l'influenza del secondo fattore interveniente del modello considerato (cfr. sopra Fig. 1.2.), relativo alle variabili individuali. Si può immaginare che i ragazzi – per così dire – entrino nell'esperimento provvisti di una *dotazione di ingresso* che fa capo a un sistema di caratteristiche individuali, in parte ascritte, in parte a carattere performativo (cfr. Cap. 5), che, come si è detto, possono interagire con il trattamento sperimentale esaltandone o riducendone gli effetti. Da questo punto di vista, indubbiamente, va salutato come un risultato assolutamente degno di nota il dato che mostra come il miglioramento che caratterizza il GS rispetto al GC, pur non avendo e non potendo avere, come è emerso nei Capitoli precedenti di questo volume, le caratteristiche di una progressione travolgente, interessa diffusamente tutto il GS, come è stato possibile rilevare proprio osservando gli effetti dell'intervento entro tutti i possibili segmenti di popolazione sperimentale che sono stati ottenuti sulla base delle variabili ascrittive e performative considerate ai fini dell'analisi. Tale risultato corrisponde a un successo pieno dell'intervento di informazione progettato e realizzato dall'ISPRA, destinato appunto a “toccare” tutti e non solo una parte dei destinatari di esso, producendo così un incremento sostanzialmente incondizionato di consapevolezza rispetto a un tema oggettivamente attuale e di grande rilevanza sociale, ma al tempo stesso oggettivamente complesso e poco familiare. Aspetti questi ultimi, che, valutati congiuntamente alla durata forzosamente ristretta dei tempi dell'intervento, contribuiscono a rendere ancora più apprezzabili i risultati dell'esperimento. Di contro, entro gli omologhi sottoinsiemi del GC, ricavati a partire dalle stesse variabili, si rileva una condizione di stabilità ovvero un tendenziale peggioramento delle conoscenze tra il primo e il secondo test, confermandosi il meccanismo più sopra discusso. E anche laddove la *dotazione di ingresso* sembra, come ci apprestiamo a vedere, essere in grado di esercitare un'influenza positiva verso

il miglioramento, tale meccanismo riguarda esclusivamente gli strati interessati del GS e non i corrispettivi segmenti del GC, il che, una volta ancora conferma, se ve ne fosse bisogno, l'importanza dell'intervento formativo e l'insufficienza di un doppio test ai fini della produzione di cambiamento (cfr. Cap. 5).

Tra le variabili individuali del modello più sopra riportato figurano, tra le altre, quelle relative agli ambiti di azione, riferibili alla città di residenza e all'istituto scolastico frequentato. E proprio con riferimento alla scuola, occorre dire che, se si eccettuano pochi casi, il miglioramento entro il GS è generalizzato, peraltro con picchi in corrispondenza di alcune realtà specifiche, come, in modo più netto, nel caso del Liceo Scientifico Majorana di Latina, dell'ITC Leonardo Da Vinci di Frosinone, del Liceo Classico Buratti di Viterbo; d'altra parte, gli istituti afferenti al GC mostrano generalmente peggioramento più o meno accentuato o al massimo stabilità nel passaggio dal primo al secondo test. Nel corso del volume si è fatto più volte riferimento alla difficoltà di ponderare il peso specifico dell'istituto scolastico nell'interpretazione degli esiti dell'esperimento, molto più che incoraggianti nei 3 casi succitati. Si tratta, com'è ovvio, di una variabile multidimensionale, prodotto logico di una serie di aspetti, tutti potenzialmente rilevanti ai fini del risultato dell'esperimento – dalla caratterizzazione territoriale a quella relativa ai *curricula* e all'offerta formativa – capaci di veicolare agli studenti frequentanti una qualche sensibilità verso il tema trattato. Senza contare che, chiamando in causa l'istituto scolastico si fa riferimento altresì al clima dell'intervento, all'esperto ISPRA responsabile di esso, alla più generale disponibilità delle maestranze a farsi carico dell'onere organizzativo determinato dalla nostra ricerca-intervento (doppio test + intervento formativo, per un totale di tre ingressi a scuola, tre interruzioni della didattica nelle classi interessate, perdita di ore, ecc.). Ora, operati gli opportuni controlli, il miglioramento significativamente superiore alla media del GS registrato almeno in 2 dei 3 casi sopra richiamati sembra potersi spiegare grazie all'azione di un meccanismo di interazione tra le caratteristiche interne dell'istituto scolastico e il contesto territoriale sul quale esso insite. Pur avendo visto, infatti, che in generale la prossimità a fonti di radiazioni ionizzanti – è il caso di Viterbo e Latina – non induce una particolare sensibilità al tema, tale da tradursi in una maggiore disposizione alla ricezione dell'intervento formativo e quindi al miglioramento, eccezion fatta per quanti sono consapevoli di questa vicinanza, è possibile che tale sensibilità tocchi gli studenti di un dato istituto scolastico proprio grazie all'azione svolta in questa direzione dallo stesso istituto, che in questo modo dimostra certamente apertura e attenzione verso le problematiche che interessano il territorio.

Uno dei più significativi risultati ottenuti riguarda proprio i meccanismi connessi alla dimensione della sensibilità degli studenti al tema oggetto di trattazione, sottesi ai processi di cambiamento.

Proprio al fine di indagare nel merito, come si ricorderà, in sede di posttest si è richiesto agli studenti di entrambi i gruppi se, nell'arco temporale compreso tra la prima e la seconda rilevazione, avessero, su iniziativa personale, approfondito in qualche modo il tema delle radiazioni ionizzanti. Così è stato possibile isolare un segmento relativamente ristretto (13%) della popolazione complessiva (GS+GC), di studenti che, proprio in quanto mossi all'acquisizione di ulteriori conoscenze, mostra di possedere una qualche inclinazione ricettiva verso il tema delle radiazioni ionizzanti. Un primo elemento di interesse riguarda la diversa ampiezza di tale segmento di studenti, doppia nel GS (18%) rispetto al GC (9%). Questa differenza

può essere considerata un effetto importante dell'intervento formativo. Mentre la compilazione del questionario di pretest e la lezione dei tecnici dell'ISPRA sensibilizzano insieme 1 studente su 5 del GS, la compilazione del questionario di pretest, da sola, è in grado di mobilitare 1 studente su 10 del GC. Un secondo elemento di interesse riguarda una assai più alta propensione al miglioramento rispetto alla media relativa al GS mostrata dagli studenti dello stesso GS caratterizzati nella direzione dell'approfondimento del tema oggetto dell'intervento formativo. Ma l'aspetto più rilevante riguarda la *qualità* di tale approfondimento, nel senso che a parità di disposizione all'approfondimento, quindi a parità di sensibilità verso il tema delle radiazioni ionizzanti, la propensione al miglioramento è molto più elevata tra gli studenti del GS che non tra gli studenti del GC. Ciò indica che l'approfondimento dei ragazzi del GS, proprio perché orientato da un intervento formativo su determinate problematiche produce risultati, in termini di apprendimento, migliori dell'approfondimento indotto dalla semplice compilazione di un test incentrato sulle stesse problematiche.

Sembrano attivarsi due meccanismi apparentemente simili ma probabilmente di diversa natura, tali da produrre risultati differenti. Da un lato, i ragazzi del GC che dichiarano di approfondire il tema sembrano rispondere in maniera quasi meccanica, emotiva, allo stimolo rappresentato dal pretest, senza che tale reazione sia effettivamente sorretta o accompagnata da un coinvolgimento del piano cognitivo. D'altro canto, i ragazzi del GS che approfondiscono il tema mettono in campo una reazione più consapevole, basata anche e soprattutto sulle cognizioni ricavate dalla lezione impartita dai tecnici ISPRA. Insomma, la spinta all'approfondimento sembra per i primi, riconducibile a un meccanismo di curiosità emotiva, mentre, per i secondi, si potrebbe forse parlare di curiosità cognitiva. Proprio al fine di controllare tale ipotesi, sulla base della Tabella 6.6. (cfr. Cap. 6), è stato possibile costruire la tipologia sotto riportata, che pure riferendosi al solo GS, può aiutare a fare luce sui meccanismi di cui si è appena detto.

Tab. 7.1. - *Voglia di approfondire il tema della radioattività in seguito alla lezione tenuta dai tecnici ISPRA e suo approfondimento effettivo tra una rilevazione e l'altra: Tipologia degli intervistati del GS*

	% e v.a.
Svegliati	(426) 52,5
Svegliati incoerenti	(37) 4,6
Invogliati inattivi	(240) 29,6
Invogliati attivi	(108) 13,3
Totale	(811) 100,0

La tipologia è stata costruita tenendo conto, da un lato, della valutazione della lezione ISPRA da parte del GS, dal punto di vista proprio della capacità della lezione di invogliare a saperne di più ("mi ha fatto/non mi ha fatto venire voglia di approfondire"); dall'altro

lato, dell'effettivo approfondimento effettuato dagli studenti tra le due rilevazioni ("ho/non ho approfondito"). Coloro che sono stati classificati come "svogliati" e "svogliati incoerenti" hanno entrambi valutato negativamente l'impulso cognitivo all'approfondimento fornito dalla lezione, ma mentre i primi, coerentemente, non hanno proceduto all'acquisizione di nuove conoscenze, i secondi (come si può vedere, una quota molto piccola), dichiarano di avere approfondito, probabilmente rispondendo a un impulso extra-cognitivo, riconducibile a un meccanismo simile a quello della *curiosità emotiva*, per come esso è stato descritto più sopra. Sul versante opposto abbiamo gli "invogliati inattivi" e gli "invogliati attivi", i quali tutti giudicano positivamente la spinta della lezione, ma solo alcuni di essi si adoperano effettivamente nella ricerca di nuove informazioni sul tema trattato a lezione – e qui potrebbe entrare in gioco la categoria della *curiosità cognitiva*, di cui si è detto sopra – , diversamente dagli altri, che rimangono in una condizione di inoperosità, almeno nell'arco di tempo intercorso tra le due rilevazioni, senza però che si possa escludere una loro mobilitazione successiva al posttest – si potrebbe parlare in tal caso di *curiosità cognitiva differita*, testabile solo con una ulteriore rilevazione di *follow up*.

L'entità del peso della sensibilità al tema esercitato sul miglioramento può essere facilmente colta se si rivolge l'attenzione alla Tabella 7.2., che è stata ottenuta incrociando la tipologia appena analizzata con il più grezzo e meno sensibile degli indici di miglioramento tra quelli che si sono utilizzati nelle pagine precedenti, ma proprio per questo meglio in grado di evidenziare il dato che qui interessa. Come si può vedere, tra gli *invogliati attivi*, ovvero quel segmento di studenti che, per tutto ciò che si è detto in precedenza, mostra il più alto grado di sensibilità all'argomento, si registra anche la più alta quota fin qui osservata (3 studenti su 4) di quanti hanno migliorato le proprie competenze in materia di radioattività a seguito dell'intervento dell'ISPRa (cfr. Tab. 7.2). Il miglioramento declina, pur mantenendosi al di sopra della media, nel segmento degli *invogliati inattivi* (qui migliorano 2 studenti su 3), mentre si scende al di sotto dello standard di miglioramento del GS tra gli *svogliati* e si osserva addirittura un'inversione di tendenza nel sottogruppo, piuttosto contenuto, degli *svogliati incoerenti*, tra i quali la percentuale di peggiorati supera quella dei migliorati.

Tab. 7.2. – Voglia di approfondire il tema della radioattività in seguito alla lezione tenuta dai tecnici ISPRa e suo approfondimento effettivo tra una rilevazione e l'altra: Tipologia degli intervistati del GS \* Scarto test di competenza  $T_2-T_1$  (dicotomica)

		Scarto test di competenza $T_2-T_1$ (dicotomica)		Totale
		Peggiorati	Migliorati	
<b>Voglia di approfondire il tema della radioattività/Suo approfondimento: Tipologia degli intervistati del GS</b>	Svogliati	(191) 44,8	(235) 55,2	(426) 100,0
	Svogliati incoerenti	(19) 51,4	(18) 48,6	(37) 100,0
	Invogliati inattivi	(79) 32,9	(161) 67,1	(240) 100,0
	Invogliati attivi	(29) 26,9	(79) 73,1	(108) 100,0
Totale		(318) 39,2	(493) 60,8	(811) 100,0

Ora, è importante sottolineare proprio questa percentuale (51,4%), molto vicina alla percentuale di studenti del GC che, proprio come gli *svogliati incoerenti*, pur avendo dichiarato di approfondire il tema delle radiazioni ionizzanti tra le due rilevazioni, risultano peggiorati in quanto a competenze sullo stesso tema nel passaggio dal T<sub>1</sub> a T<sub>2</sub> (50,6%).

In definitiva, l'acquisizione di conoscenze relative a un dato tema che non sia ancorata a un interesse e a una sensibilità verso di esso rischia di produrre un debole miglioramento cognitivo, quando non un peggioramento. Così si può affermare che l'intervento ha dato i suoi risultati più alti quando, oltre che essere semplicemente un'occasione di trasmissione di conoscenze, ha anche rappresentato un momento di sensibilizzazione dei destinatari della comunicazione inducendoli alla mobilitazione cognitiva. Per ricorrere a una formula che assomiglia a uno *slogan*: non solo trasmissione di sapere, ma trasmissione di un sapere che induca il desiderio di saperne di più [la *curiosità cognitiva*].

Le caratteristiche di profilo degli *invogliati attivi migliorati*, che rappresentano una fetta non piccola degli *studenti migliorati* (16%), confermano la lettura appena proposta. Intanto, va ravvisata una prima differenza tra questi due gruppi meramente quantitativa, ma rivelatrice di una tendenza. In entrambi i gruppi nel passaggio dal T<sub>1</sub> al T<sub>2</sub> gli studenti con i punteggi più elevati al test di competenza raddoppiano, ma mentre nel primo gruppo si passa dal 31,6% al 64,6%, nel secondo le quote percentuali sono più basse, registrandosi un passaggio dal 27% al 55,2%. Rispetto al gruppo degli *studenti migliorati* del GS, il sottogruppo degli *invogliati attivi migliorati* si caratterizza significativamente sotto tre fondamentali aspetti: il *curriculum* scolastico (una maggiore presenza di studenti frequentanti l'istituto professionale [34,2% vs. 23,9%], la disposizione a informarsi molto su temi di attualità [63% vs. 50,2%], la disposizione a discutere molto di questioni ambientali [54,7% vs. 33,3%]. Da un lato, pertanto, è plausibile che i ragazzi delle scuole professionali, proprio perché caratterizzati da una formazione scolastica fortemente orientata in senso pratico-esercitazionale, siano stati particolarmente stimolati dai numerosi passaggi della lezione ISPRA dedicati ad esperienze applicative-laboratoriali di varia natura riguardanti le radiazioni ionizzanti (cfr. Allegato 5). D'altra parte, appare piuttosto evidente che l'informazione su temi di rilevanza generale, congiuntamente a un interesse verso l'ambiente, rappresentano il terreno privilegiato di coltura, nel senso della *curiosità cognitiva*, dei contenuti trasmessi a lezione.

Ancora una notazione prima di chiudere. La curiosità e la progressione cognitive non sembrano, *almeno in prima istanza* (cfr. oltre), essere in grado di produrre una ricollocazione degli studenti sul piano della percezione del rischio da esposizione a fonti di radiazione nel passaggio dalla prima alla seconda rilevazione, nel senso di un maggiore allineamento tra le posizioni degli esperti e quelle degli intervistati. Si conferma quindi la tendenziale impermeabilità della sfera percettiva agli influssi provenienti dalla sfera cognitiva, già emersa e analizzata più volte nel corso della precedente trattazione (cfr. in particolare Cap. 4). Non è da escludere, tuttavia, che il profilo estratto dai dati a nostra disposizione, testé presentato, sia rivelatore di una *potenzialità* al cambiamento percettivo, l'attuazione della quale richiederebbe certamente tempi più lunghi, ma soprattutto condizioni al contorno particolarmente favorevoli, di cui ci apprestiamo a dire.

Per concludere questo lavoro, nel rispetto dell'impegno assunto in apertura, è doveroso formulare alcune proposte che, proprio sulla scorta dei risultati dell'in-

dagine, qui velocemente riassunti, possano risultare utili in vista di una riproposizione della campagna di informazione, magari sull'intero territorio nazionale, capace di sortire risultati di efficacia anche migliori rispetto a quelli registrati dalla nostra ricerca-intervento, avente natura sperimentale.

Si ricorderà che l'intera fase di selezione delle scuole e dei casi si è basata sull'ipotesi generale secondo la quale gli studenti degli istituti scolastici gravitanti nelle aree laziali prossime a sorgenti naturali e artificiali di irradiazione, in quanto generalmente consapevoli di tale stato di esposizione, potessero, per un verso, essere generalmente più informati sulla radioattività e, per altro verso, mostrare una diffusa sensibilità e capacità di risposta all'intervento formativo programmato e realizzato dall'ISPRA proprio sul tema delle radiazioni ionizzanti. Tale ipotesi di georeferenzialità ha trovato conferma, ma solo in parte. L'indagine ha fatto emergere infatti che la maggioranza dei giovani intervistati esposti a fonti di radiazioni ionizzanti non solo non possiede a monte competenze nel merito, ma addirittura non sa di frequentare quotidianamente una zona così caratterizzata – *la percentuale di intervistati al corrente della presenza di fonti di radiazioni ionizzanti nei pressi della scuola frequentata è pari solo al 4,5%*. Peraltro, è risultata pienamente confortata dai dati l'idea che questi studenti, sia pure in numero contenuto, potessero maggiormente recepire i contenuti della campagna ISPRA; entro questo ristretto segmento si sono infatti registrati tassi di miglioramento delle conoscenze vistosamente più elevati rispetto alla media di miglioramenti nel GS (cfr. Cap. 5), paragonabili a quelli riscontrati con riferimento agli studenti portatori di curiosità cognitiva (cfr. sopra).

Ritorna così la questione della sensibilità. Se si vuole porre seriamente il problema della massimizzazione dei risultati di un intervento formativo come quello dei risultati del quale si dà conto nel presente volume, occorre prendere atto del fatto che l'esito dell'intervento dipende sì dall'intervento e da ciò che accade durante l'intervento stesso, *ma anche e soprattutto da ciò che avviene prima e dopo l'intervento*. Ad esempio, a proposito di proposte concrete, sarebbe opportuno nella fase della realizzazione un migliore governo di quello che si è definito clima dell'intervento, nonché un innalzamento della qualità del dibattito (silenzio, attenzione, rispetto per il relatore, rispetto dei turni di parola, compostezza in aula durante la spiegazione, ecc.), obiettivi ottenibili anche attraverso una più stretta e organizzata collaborazione locale con i docenti (cfr. Cap. 6). Tuttavia, come si è visto, il contributo del clima dell'intervento ai risultati dello stesso è relativo. Per contro – ed è questo il punto – risultati al limite del virtuosismo si ottengono quando non si ripropone semplicemente il classico schema *S-R*, dove lo stimolo è rappresentato proprio dall'intervento e la risposta consiste nell'acquisizione di conoscenze, che vengono immagazzinate e utilizzate, se non ancora decadute, all'occorrenza (per esempio in occasione del secondo test). Gli esiti più validi si registrano quando viene attuato un nuovo modello, di tipo *S-S*, per cui l'intervento funziona da stimolo per la ricerca di una nuova occasione di stimolo. Cioè a dire che l'esposizione a una prima fonte di conoscenza determina una risposta che consiste nella volontà di esporsi a una seconda fonte di conoscenza (la "voglia di approfondire" di cui si parlava sopra), cosicché quando ciò avviene si registrano i già visti esiti sorprendenti in termini di miglioramento. Dobbiamo immaginare una sequenza più ampia di *stimoli* cognitivi, entro la quale un dato intervento formativo, svolto da personale esperto e qualificato, da anni impegnato nello studio del problema e nella divulgazione delle cono-

scienze accumulate, possa occupare una posizione intermedia. Diventa perciò importante, come si annunciava, tanto la qualità dell'intervento quanto la qualità delle iniziative che preludono e si susseguono a esso. Nella misura in cui le occasioni di formazione e di sensibilizzazione precedenti sapranno preparare alla ricezione di quello che potremmo definire lo stimolo principale e le iniziative successive sapranno consolidare, riprendere e rilanciare i contenuti di conoscenza già maturati lungo il corso delle diverse esperienze formative, allora si potrà parlare di pieno successo. In questo senso, ciò che chiamiamo intervento formativo si qualifica per essere non un punto di partenza né un punto di arrivo, ma un punto di passaggio; fondamentale quanto si voglia, ma pur sempre un punto di passaggio, che, come tale, dovrà fornire le coordinate per la prosecuzione del cammino. Ed è pure possibile che nella fase più matura di questo percorso formativo si possa assistere a una sorta di riorientamento percettivo rispetto ai rischi da esposizione a fonti di radiazione, nel senso di un migliore allineamento tra la sfera cognitiva e quella emotiva, la quale in una fase iniziale, come gli esiti della nostra indagine hanno chiaramente mostrato, non può che risultare impermeabile alle sollecitazioni provenienti dall'acquisizione di nuove conoscenze.

In concreto, è difficile anche solo pensare a un programma di così vasta portata senza il coinvolgimento delle scuole. Che, ovviamente, come in parte accaduto nella nostra ricerca-intervento, non potranno essere più semplicemente considerate un luogo passivo e comodo di sperimentazione formativa. Esse rappresenteranno invece il luogo in cui le esperienze e le competenze degli esperti si confronteranno/coordineranno costantemente con quelle dei docenti al fine di studiare strategie, programmi, materiali didattici specifici e di mettere in moto definite linee di azione formativa dirette agli studenti, in modo tale che questi ultimi possano fare della sensibilità al tema delle radiazioni ionizzanti e del rischio connesso un elemento culturale stabile della loro vita.



## 8. ULTERIORI DIMENSIONI DELL'INTERVENTO: IL SITO WEB DIVULGATIVO SULLA RADIOATTIVITÀ AMBIENTALE

*di Nevio Albo*

---

### 8.1. La convenzione ISPRA – MATTM e le attività di sviluppo del sito web divulgativo sulla radioattività ambientale

All'interno del Piano Operativo di Dettaglio (POD) della convenzione stipulata tra APAT, ISPRA e MATTM – Direzione Generale per la Salvaguardia Ambientale (DSA) –, in data 29/12/2006, avente per oggetto "Supporto tecnico alla DSA all'elaborazione di linee guida ed indirizzi metodologici", sono individuate le linee di attività in cui articolare i lavori della suddetta convenzione.

Una di queste linee consiste nella "Prevenzione dai rischi dell'esposizione a radiazioni ionizzanti", di competenza del Dipartimento Nucleare, Rischio Tecnologico e Industriale (RIS) dell'ISPRA, nel cui ambito è inserita la tematica "Realizzazione di una serie di attività e interventi atti a creare una coscienza nazionale circa il fenomeno della radioattività naturale o indotta da attività umane (nucleare medico e nucleare di potenza)"<sup>1</sup>.

Le attività che ricadono nella suddetta tematica sono le seguenti: 1) "Predisposizione di protocolli di intervento di informazione/sensibilizzazione nonché di materiale informativo – in formato cartaceo e multimediale – sulla radioattività naturale e su altre sorgenti di radiazioni per le scuole medie superiori"<sup>2</sup>; 2) "Svolgimento di una ricerca-intervento riguardante gli studenti delle scuole medie superiori di quattro zone della Regione Lazio, al fine di predisporre, attuare e valutare una campagna di informazione/sensibilizzazione circa i rischi da esposizione a sorgenti di radiazioni"<sup>3</sup>; 3) "Sviluppo di un sito web divulgativo sulla radioattività".

---

<sup>1</sup> Le tematiche facenti capo alla linea di attività in oggetto sono complessivamente tre. Oltre a quella citata, le altre sono: "implementazione di un sistema nazionale di monitoraggio della radioattività ambientale"; "implementazione del catasto nazionale delle sorgenti fisse e mobili di radiazioni ionizzanti".

<sup>2</sup> Relativamente a questa attività, il POD indica i seguenti due prodotti finali: "documento programmatico (o manuale di orientamento o linee guida) che esponga non solo i principali contenuti ma anche le forme, le modalità comunicative e didattiche di un intervento informativo "ottimale" da effettuare presso le scuole" [questo prodotto è denominato anche come "protocollo di intervento di informazione/sensibilizzazione"]; "materiale di supporto ai seminari/lezioni sulla radioattività".

<sup>3</sup> Relativamente a questa attività, il POD indica i seguenti tre prodotti finali: "questionario semi-strutturato per rilevare – presso gli studenti delle scuole medie superiori – informazioni, percezioni, esposizione e comportamenti di prevenzione relativi ai rischi legati alla radioattività, il profilo socio-anagrafico di ciascun studente, aspetti rilevanti del contesto sociale di riferimento, nonché il profilo motivazionale inerente allo specifico oggetto di indagine"; "rapporto finale (con eventuale pubblicazione in volume) sullo svolgimento e sui risultati della ricerca-intervento" (di cui fa parte anche questo capitolo); "seminario pubblico di presentazione della ricerca".

In merito al sito web divulgativo sulla radioattività, il POD della convenzione ne predetermina l'ambito di pertinenza, l'ubicazione, alcuni contenuti, ripartizioni e dispositivi, oltre alle fasi realizzative principali. Il sito web ha come oggetto la radioattività ambientale connessa a tutte le sorgenti, naturali e artificiali, deve essere visibile come parte del sito istituzionale del MATTM e della DSA, o puntato da essi e, con l'obiettivo di favorire la diffusione di interventi di sensibilizzazione nelle scuole medie superiori, deve prevedere una sezione appositamente dedicata agli insegnanti, in cui includere i materiali didattici sperimentati nel corso della ricerca-intervento. Fra i dispositivi di cui deve essere dotato, invece, sono menzionati: un motore di ricerca interno per argomenti e/o parole chiave; collegamenti a siti web esterni particolarmente qualificati sulle stesse tematiche, con il relativo elenco; un glossario dei termini tecnici utilizzati, consultabile direttamente dal testo che tali termini include; moduli di interazione per l'utente, con la possibilità di formulare domande e/o suggerimenti. Le fasi principali di sviluppo del sito web sono due: pianificazione dei contenuti, in parte coincidenti con i risultati delle altre due attività di questa tematica; realizzazione del prodotto, da affidare ad una società specializzata in progettazione e sviluppo di siti web.

Nell'autunno 2010 è stata avviata da un "gruppo di lavoro" dedicato a questa attività della convenzione – che fa capo al Settore Percezione e Comunicazione dei Rischi Tecnologici, a sua volta appartenente al Servizio Rischio Tecnologico del RIS dell'ISPRA – la procedura negoziata per l'acquisizione del servizio di progettazione, realizzazione e messa in rete di un sito web dinamico istituzionale a scopo divulgativo relativamente al fenomeno della radioattività ambientale. La procedura si è ufficialmente conclusa nei primi giorni del gennaio 2011, con l'aggiudicazione del servizio da parte della società DPS Soluzioni Informatiche s.r.l., la quale, a fronte dei requisiti tecnici richiesti dall'ente di ricerca, che integrano quelli stabiliti dal POD, ha proposto le soluzioni di sviluppo migliori e più economiche tra le *web agency* partecipanti all'appalto.

La società aggiudicataria è chiamata ad approntare nelle prossime settimane un piano di lavoro che specifichi le seguenti fasi operative con le relative realizzazioni: fase cognitiva, con l'elaborazione di un documento di analisi dei requisiti in cui indicare i risultati attesi sulla base dei singoli obiettivi espressi dal committente; fase progettuale, con la predisposizione del progetto web dettagliato contenente l'organizzazione dei contenuti e tutte le caratteristiche tecniche e funzionali selezionate allo scopo<sup>4</sup>; fase implementativa, divulgativa e di supporto alla gestione, con la consegna del prodotto, la sua messa in linea e il suo posizionamento sui motori di ricerca, l'assistenza alla gestione dei contenuti e alla risoluzione di eventuali problemi tecnici durante il periodo di lancio del sito web. La predisposizione di tale piano di lavoro non potrà che seguire una serie di incontri preliminari fra il "gruppo di lavoro" ISPRA e i tecnici della società DPS Soluzioni Informatiche s.r.l., previsti nel corso del mese di febbraio 2011. In attesa di un confronto con gli sviluppatori del sito web, le azioni del "gruppo di lavoro" ISPRA si sono concentrate, oltre che sulla esecuzione della già citata procedura negoziata, sulla definizione iniziale dei contenuti e delle caratteristiche tecniche (software e hardware) di cui dotare il costituendo sito web. Tale attività si è avvalsa soprattutto di un'opportuna ricognizione bibliografica e su internet.

---

<sup>4</sup> Le prime due fasi operative sono state solo parzialmente soddisfatte dall'elaborazione del preventivo di spesa dettagliato presentato dalla società in questione durante l'iter della procedura negoziata.

## 8.2. I siti web sulla radioattività ambientale con maggiore visibilità

Allo scopo di delineare il contesto attuale del web riguardo all'oggetto della radioattività ambientale, sia da un punto di vista contenutistico che tecnico – in modo da poter specificare il fabbisogno conoscitivo sull'argomento e le possibili carenze tecniche dei siti, cui oviare con la messa in linea di nuove pagine web, oppure semplicemente per trarre degli spunti utili – si è pensato di effettuare una breve indagine sulla rete internet e di rilevare alcune informazioni pertinenti.

In particolare, digitando in maniera disgiunta nel campo del principale motore di ricerca nazionale "Google" le parole "radiazioni ionizzanti" e "radioattività"<sup>5</sup>, e avviando la relativa ricerca sul web, sono state registrate – in riferimento alle risorse individuate dagli *url* che compaiono nelle prime 5 pagine di "Google" per ciascuna delle parole digitate<sup>6</sup> – le seguenti informazioni: tipologia di risorsa; principali contenuti di interesse, nonché *layout* e dispositivi dei siti web istituzionali che maggiormente si occupano del tema.

Dall'inchiesta risulta che, su 90 indirizzi internet complessivamente visualizzati, 25 riguardano siti web istituzionali<sup>7</sup> di:

12 fra enti pubblici di ricerca, enti di formazione post-universitaria e università (ISPRA<sup>8</sup>, INMRI-ENEA – Istituto Nazionale di Metrologia delle Radiazioni Ionizzanti dell'Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile –, LNGS-INFN – Laboratori nazionali del Gran Sasso dell'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare –, ISS – Istituto Superiore di Sanità –, IAS – Istituto per gli Affari Sociali –, SISSA – Scuola Internazionale Superiore di Studi Avanzati<sup>9</sup>, Università di Modena<sup>10</sup>, Università di Milano<sup>11</sup>, IUSS – Istituto Universitario di studi Superiori di Pavia –, Università di Pavia<sup>12</sup>);

---

<sup>5</sup> Si è scelto di utilizzare entrambe le parole chiave al fine di prendere in considerazione le risposte offerte dal web sia ad una interrogazione specifica ("radiazioni ionizzanti"), che potrebbe essere eseguita da un utente già in possesso di qualche nozione sull'argomento, sia ad una interrogazione generica ("radioattività"), la quale potrebbe caratterizzare, invece, il comportamento di un utente medio, con un livello di conoscenze presumibilmente basso sulla radioattività ambientale.

<sup>6</sup> Acronimo di Uniform Resource Locator, un *url* è costituito da una sequenza di caratteri che identifica univocamente l'indirizzo di una risorsa in internet, come un sito web, un documento, un'immagine, un video. Dalla nostra breve indagine, sono stati esclusi i pochi *url* corrispondenti a immagini o video e quelli che si riferiscono a siti o blog totalmente estranei per argomento agli scopi dell'indagine stessa o pubblicati da organizzazioni di uno stato straniero non facente parte dell'Unione Europea (come, ad esempio, il sito del CENAL – Centro Nazionale di Allarme – della Confederazione Svizzera). Pertanto, gli *url* complessivamente individuati sono stati 48 in relazione al termine "radiazioni ionizzanti" e 42 in relazione al termine "radioattività".

<sup>7</sup> Il numero di siti web istituzionali rilevati con la voce "radiazioni ionizzanti" è superiore rispetto a quello ottenuto con la voce generica "radioattività" (16 siti nel primo caso, 9 nel secondo).

<sup>8</sup> Le pagine internet del sito web ISPRA contano una doppia visualizzazione.

<sup>9</sup> La risorsa individuata è in realtà il sito web "[www.ulisse.sissa.it](http://www.ulisse.sissa.it)", curato dalla SISSA.

<sup>10</sup> Più precisamente, questa pagina internet, che nell'indagine compare due volte, afferisce al sito web "[www.medlav.unimo.it](http://www.medlav.unimo.it)", realizzato dalla Cattedra di Medicina del lavoro dell'Università di Modena nell'ambito dei progetti "Virtual Hospital" dell'International Center for Studies and Research in Biomedicine e "Sviluppo di un sistema ipertestuale per la prevenzione dei rischi da lavoro in ambiente ospedaliero" del Ministero dell'Università e della Ricerca Scientifica.

<sup>11</sup> La pagina internet fa parte del sito web "[www.avventuradellascienza.unimi.it](http://www.avventuradellascienza.unimi.it)", curato dalla Facoltà di Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali dell'Università di Milano.

<sup>12</sup> Le pagine internet del sito web dello IUSS di Pavia compaiono in due occasioni.

- 9 ARPA – Agenzia Regionale per la Protezione dell’Ambiente (di Valle d’Aosta<sup>13</sup>, Veneto, Friuli Venezia Giulia, Piemonte, Sicilia, Bolzano e Trento<sup>14</sup>);
- un ente sovranazionale (Unione Europea);
- la Regione Toscana;
- la rete civica del Comune di Bologna;
- l’Unità Locale Socio Sanitaria – 15 “Alta Padovana”.

Le pagine internet visualizzate di siti web non istituzionali sono, invece, 45<sup>15</sup> e appartengono a:

enciclopedie e dizionari, riviste e quotidiani on line [14]<sup>16</sup>; blog e siti personali o di associazioni [12]<sup>17</sup>; motori di ricerca o portali nel campo medico [4]; società di servizi e consulenza nei settori della sicurezza sul lavoro e in ambito domestico [4]; centri benessere e termali [3]; società di vendita di misuratori per la radioattività [4]<sup>18</sup>; forum per lo scambio di informazioni e testi [3]<sup>19</sup>; la “Sea s.p.a.” società del settore aeroportuale [1]. Con le stesse parole chiave sono stati rilevati anche 20 *url* corrispondenti a documenti di testo in formato Word, Pdf, Power Point o Html. Di questi documenti, 15 sono stati pubblicati da soggetti pubblici<sup>20</sup>: enti di ricerca<sup>21</sup> e università [8]<sup>22</sup>; strutture e ordini professionali sanitari [3]<sup>23</sup>; l’ARPA Lombardia; due enti locali (Regione Emilia-Romagna e Comune di Cesena); il Comando Provinciale dei Vigili del Fuoco di Bergamo. Mentre 5 sono stati pubblicati da ciascuno dei seguenti soggetti privati: l’Associazione Italiana di medicina Nucleare ed Imaging Molecolare, l’Istituto Auxologico Italiano<sup>24</sup>; una società di ricerca<sup>25</sup>; l’Accademia Nazionale delle

<sup>13</sup> Le pagine internet del sito web dell’Arpa Valle d’Aosta sono visualizzate tre volte.

<sup>14</sup> Nel caso delle due province autonome di Bolzano e Trento si tratta di APPA – Agenzia Provinciale per la Protezione dell’ambiente.

<sup>15</sup> Gli indirizzi di questi siti sono stati generati soprattutto dalla ricerca sul web avviata con la voce generica “radioattività”, rispetto alla voce specifica “radiazioni ionizzanti” (28 nel primo caso, 17 nel secondo).

<sup>16</sup> Tra le tre enciclopedie *on line* che sono state censite, “Wikipedia” compare in quattro circostanze. I dizionari che danno una definizione della sola parola chiave “radioattività” sono due. Le riviste *on line* presenti sono una di divulgazione scientifica e una di approfondimento sul tema della sicurezza sul lavoro.

<sup>17</sup> Di questi, quattro siti web sono più o meno esplicitamente antinuclearisti, di cui uno ha pagine che sono state visualizzate tre volte, un altro sito web è allestito da un esperto qualificato ed è dedicato al radon, un altro ancora è rivolto alla conversione e alle equivalenze delle unità di misura.

<sup>18</sup> La pagina internet del sito web “[www.pce-italia.it](http://www.pce-italia.it)” è presente in una doppia circostanza.

<sup>19</sup> Tra i forum per l’acquisizione di testi, il sito web “[www.studenti.it](http://www.studenti.it)” è presente con due visualizzazioni.

<sup>20</sup> I documenti di testo pubblicati da soggetti pubblici sono stati quasi tutti visualizzati tramite la ricerca sul web effettuata con il termine specifico “radiazioni ionizzanti” (13 documenti, su un totale di 15).

<sup>21</sup> ISPESL – Istituto Superiore per la Prevenzione e la Sicurezza del Lavoro, INFN (per questo ultimo si trovano tre documenti testuali, di cui uno pubblicato da una struttura specifica dell’Istituto, ossia LNS – Laboratori Nazionali del Sud, e un altro da una sua sede specifica, quella di Bologna), ISPRA.

<sup>22</sup> Università di: Torino, Trento, Cagliari.

<sup>23</sup> Per le strutture sanitarie: Policlinico di Modena, ASL – Azienda Sanitaria Locale – di Viterbo. L’ordine professionale medico è l’Ordine Provinciale dei Medici Chirurghi e degli Odontoiatri di Genova.

<sup>24</sup> L’istituto svolge ricerca in campo biomedico e in quello dell’organizzazione e gestione dei servizi sanitari e comprende altresì una scuola media inferiore per i suoi giovani ricoverati, cui più esattamente è riferita la pubblicazione rilevata).

<sup>25</sup> Fra i documenti messi in rete da società private, uno è pubblicato da “U-Series s.r.l.”. Nata all’interno del Centro Ricerche ENEA di Bologna, questa società si occupa di analisi e ricerca sia scientifica che industriale, prevenzione e mitigazione dei rischi legati alla radioattività.

Scienze detta dei XL (ente morale); l'Enciclopedia Treccani *on line*.

In sintesi, in base ai criteri impiegati nella nostra indagine, risulta che l'informazione sulla radioattività ambientale con una maggiore visibilità sul web è affidata solo nel 44,5% dei casi a risorse di carattere pubblico<sup>26</sup>. Se, invece, si considerano come risorse le sole pagine internet dei siti web, la percentuale di quelle realizzate da organismi pubblici è pari al 36%<sup>27</sup>. Tale valore si abbassa al 28% se si rapportano le sole pagine internet dei siti web pubblici al totale delle risorse individuate con l'intera indagine<sup>28</sup>. Ne consegue che, non solo l'informazione istituzionale sull'argomento presente sul web, quindi in teoria quella con maggiori garanzie di imparzialità e correttezza, è minoritaria rispetto all'informazione proveniente da fonte privata, ma anche che l'offerta di informazione più strutturata e dinamica, prerogativa dei siti web odierni, è particolarmente trascurata dalle istituzioni interessate, le quali preferiscono la pubblicazione *on line* di singoli ipotesti.

Escludendo dalle 70 visualizzazioni complessive di pagine internet le occorrenze plurime, si ottiene il numero dei siti web complessivamente censiti, che risulta pari a 59. Anche di fronte a questa diversa determinazione le valutazioni relative alla presenza dell'offerta informativa pubblica non cambiano, poiché i valori percentuali restano sostanzialmente invariati: i siti web istituzionali sono 21, corrispondenti al 35,5% del totale.

Tuttavia, se dell'insieme dei 59 siti web rilevati, si concentra l'analisi solo su quelli specificatamente dedicati alla radioattività ambientale, oppure che riservano all'argomento o a singoli aspetti di esso una trattazione sufficientemente ampia, il numero di essi si più che dimezza a 25 casi, pari al 46% del totale, e i valori percentuali relativi alla natura della proprietà pubblica/privata finora riscontrati si invertono a favore dei siti web istituzionali (questi ultimi costituiscono il 68% dei casi, con 17 presenze, rispetto ai siti web privati, i quali, con 8 casi, rappresentano il 32% del totale).

Dunque, in materia di radioattività ambientale, l'offerta informativa pubblica con una maggiore visibilità in internet, che proviene direttamente dai siti web, sebbene minoritaria rispetto a quella di matrice privata, si distingue per una maggiore afferenza ed estensione dei contenuti.

Riguardo a questo sottogruppo di 25 siti web, che offrono nelle proprie pagine una trattazione diffusa e non marginale delle radiazioni ionizzanti o di singoli aspetti di esse, sono state rilevate le seguenti quattro variabili dicotomiche, di cui le prime due attengono alla dimensione contenutistica e comunicativa del sito web e le ultime due alla dimensione morfologica e tecnica dello stesso: "aree tematiche" (monoarea/multiarea), variabile connessa alla numerosità di temi o aspetti inerenti all'argomento di cui è data copertura; "stile comunicativo" (divulgativo/specialistico), variabile riferita al linguaggio, alle scelte espositive e di conseguenza al tipo di utente

---

<sup>26</sup> Meno della metà delle risorse complessivamente registrate, tra pagine di siti web e documenti di testo in vari formati, ha un'origine pubblica o istituzionale (su un totale di 90 risorse riscontrate, le risorse provenienti da fonte pubblica sono in totale 40, quelle provenienti da fonti private sono, invece, 50).

<sup>27</sup> Circa una pagina di siti web su tre, tra quelle direttamente rilevate, è istituzionale (su 70 pagine interne di siti web censite, 25 sono realizzate da soggetti pubblici e 45 da soggetti privati).

<sup>28</sup> Circa un *url* su quattro indirizza ad una pagina attiva di un sito istituzionale (su 90 risorse complessivamente visualizzate, sono 25 le pagine internet dei siti web appartenenti a enti pubblici).

destinatario dell'informazione; "livelli della struttura" (multilivello/monolivello), variabile legata alla disponibilità o meno di livelli ipertestuali di approfondimento; "livello di interattività" (medio basso/medio alto), variabile che tiene conto della presenza di dispositivi esterni, rivolti cioè al coinvolgimento dell'utente<sup>29</sup>. I valori di frequenza e le percentuali riscontrate con riferimento a dette variabili sono distribuiti in maniera abbastanza netta a favore di una delle due modalità di ogni carattere, come d'altra parte accade per la variabile, già considerata, relativa alla proprietà pubblica/privata dei siti. Così, i siti web in oggetto risultano soprattutto concentrare la trattazione della radioattività ambientale su un'unica area tematica (14 casi, pari al 56% del totale), adottare uno stile divulgativo e quindi rivolgersi ad un destinatario generico e indifferenziato (20 casi, pari all'80% del totale), garantire all'utente interessato almeno un livello per l'approfondimento (18 casi, pari al 72% del totale), e possedere un numero sufficientemente alto di servizi interattivi (19 casi, pari al 76% del totale). La successiva tab. 1.1 è una tabella quadri-variata che mostra la distribuzione delle frequenze congiunte rispetto alle otto modalità delle quattro variabili considerate. Come si può vedere, i valori di frequenza relativa più alti (11, pari al 44% del totale) si trovano nella casella in cui ricadono i siti web che presentano contemporaneamente le seguenti caratteristiche: contenuti multiarea e stile comunicativo divulgativo, struttura multilivello e interattività medio alta. Questi tratti sono corrispondenti alle peculiarità contenutistiche e tecniche che sono richieste nel POD per il costituendo sito web divulgativo sulla radioattività ambientale. Pertanto, dall'analisi di questi siti web, e in particolar modo dei 10 di essi che sono anche di proprietà pubblica – dunque escludendo l'unico sito web privato del sottogruppo, appartenente all'enciclopedia *on line* "Wikipedia" –, si possono trarre gli spunti utili per la progettazione dei contenuti e delle prerogative tecniche da assegnare al nuovo sito web istituzionale, tenendo comunque in considerazione che esso, a differenza degli altri, sarà completamente dedicato all'argomento delle radiazioni ionizzanti.

---

<sup>29</sup> Per la scelta e la costruzione delle variabili, nonché per la successiva trattazione degli aspetti tecnici e di *layouting* che caratterizzano i siti web in oggetto e il costituendo sito web divulgativo sulla radioattività, sono stati consultati i seguenti testi, i cui riferimenti bibliografici estesi sono riportati nella bibliografia finale del presente volume: Catolfi (2005) – in particolare, il capitolo 6 "Internet, ipertesti e archivi digitali", pp. 101-112 –; Lughì (2006) – in particolare, il capitolo 5 "Il sistema dei nuovi media", pp. 109-116 –; Paccagnella (2004) – in particolare, il capitolo IV "La comunicazione mediata dal computer", pp. 165-226. Ma anche: Boscarol (2003); Cantoni, Di Blas, Bolchini (2003); Di Nocera (2004); Diodati (2007); Dix, Finlay, Abowd, Beale (2004); Goto, Cotler (2004); Guidolin (2005); Loranger, Nielsen (2006); Manovich (2002); Mascheroni, Pasquali (2006); Petralli (2003); Polillo (2004), (2006); Toschi (2003); Van Dijk (1999); Visciola (2007); Wolton (1999).

Tab. 8.1. – Caratteristiche dei siti web che trattano di radiazioni ionizzanti

		Aree tematiche				Totale
		Monoarea		Multiarea		
Stile comunicativo	Livello struttura	Livello interattività		Livello interattività		
		Medio-basso	Medio-alto	Medio-basso	Medio-alto	
Stile divulgativo	Monolivello	1	4	0	0	5
	Multilivello	1	3	0	11	15
Stile specialistico	Monolivello	2	1	0	0	3
	Multilivello	2	0	0	0	2
<b>Totale</b>		<b>6</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>11</b>	<b>25</b>

Relativamente ai contenuti, nei 10 siti web di cui si discute (corrispondenti a meno della metà dei 21 siti web istituzionali visualizzati)<sup>30</sup>, si riscontrano informazioni di maggiore portata e articolazione. Di essi fanno parte i siti web della Regione Toscana e di tutte e sette le ARPA e APPA censite, le quali si occupano, fra l'altro, dei controlli ambientali, nonché della raccolta e diffusione dati in materia di protezione dalle radiazioni<sup>31</sup>. La trattazione delle radiazioni ionizzanti in generale, e di quelle prodotte dal gas radon in particolare<sup>32</sup>, che offrono i siti web delle Agenzie ma anche della Regione Toscana, parte da una loro definizione, attraverso l'indivi-

<sup>30</sup> Dei 21 siti web istituzionali registrati – per i quali sono state individuate 25 pagine internet –, in 4 casi non si rilevano informazioni significative, e in 7 casi sono presenti informazioni esclusivamente rivolte ad un aspetto specifico della radioattività ambientale. I 4 casi sono relativi ai siti web di: IUSS di Pavia (pubblicizza un master organizzato dall'Istituto in "Tecnologie nucleari e delle radiazioni ionizzanti"); Università di Pavia (riporta i compiti della "Ripartizione sicurezza e radiazioni ionizzanti" dell'ateneo); Avventura della scienza-Università di Milano (contiene solo i riferimenti per la partecipazione ad un progetto informativo sulla radioattività naturale denominato "Splash", rivolto agli studenti delle scuole medie superiori e organizzato da alcuni dipartimenti della Facoltà di Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali dell'università, in collaborazione con l'INFN); U.E. (contiene sintesi della legislazione europea su: "Residui e sostanze radioattive", "Spedizione di sostanze radioattive", "Gestione del combustibile nucleare esaurito e dei residui radioattivi", che, tuttavia, non sono tradotte in lingua italiana). I 7 casi di trattazione parziale delle radiazioni ionizzanti sono, invece, relativi ai siti web di ULSS 15 "Alta Padovana" e Iperbole-Comune di Bologna (entrambi riportano informazioni sul rilascio del nulla osta alla detenzione e impiego a scopo medico di sorgenti e apparecchiature radiogene. Il primo sito, tuttavia, consente anche la consultazione di un atto legislativo in materia); INMRI-ENEA (include informazioni su metodi e mezzi sviluppati dall'Istituto metrologico primario per la misura delle radiazioni ionizzanti); Medlay-Università di Modena e Reggio Emilia e IAS (entrambi rivolgono la loro trattazione delle radiazioni ionizzanti ai soli rischi per i lavoratori. In particolare, il primo di essi tiene conto unicamente della categoria dei lavoratori in ambiente sanitario); LNGS-INFN (è incentrato su radiazioni cosmiche e fisica nucleare); Ulisse-SISSA (è focalizzato sulla fisica nucleare, in particolar modo sulla sua applicazione alla produzione di energia).

<sup>31</sup> Ai sensi degli artt. 1 e 3 del D.L. 4/12/1993, n. 496, convertito in legge, con modificazioni e integrazioni, dalla L. 21/01/1994, n. 61.

<sup>32</sup> A volte, come nel caso dell'ARPA Piemonte, la trattazione è allargata anche ai problemi connessi alla presenza sul territorio di siti nucleari per la produzione di energia elettrica e la fabbricazione di combustibile dismessi o di depositi di materiale radioattivo.

duazione delle sorgenti e la spiegazione dei fenomeni implicati, degli effetti sulla salute, dei metodi di misurazione, dei sistemi di protezione, per poi affrontare la descrizione delle principali attività di monitoraggio<sup>33</sup>, bonifica, gestione delle emergenze, anche con riguardo a progetti peculiari, svolte dalle speciali strutture di tali enti in tema di radioattività. Il tutto è corredato da pubblicazioni o documenti in versione Pdf, scaricabili<sup>34</sup> o stampabili, che consentono un approfondimento di quanto riportato direttamente sulle pagine del sito web<sup>35</sup>, e da un elenco parziale della normativa, comunitaria, nazionale e regionale, di riferimento, anche essa scaricabile o stampabile.

Gli altri siti web che garantiscono a sufficienza copertura e dettaglio informativi sulle problematiche connesse alla radioattività ambientale appartengono a due enti pubblici di ricerca nazionali: Istituto Superiore di Sanità e Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale. Nel caso dell'ISS, oltre alla descrizione delle attività dei comparti dell'Istituto direttamente impegnati nel settore, sono disponibili sul sito web documenti di testo in formato Pdf o Power Point (saggi, atti di convegni, rapporti, linee guida), provenienti anche da altre fonti pubbliche, relativi soprattutto ai seguenti aspetti della radioattività ambientale: radioprotezione per la popolazione e i lavoratori; utilizzo delle radiazioni ionizzanti per la diagnosi e la cura di patologie tumorali, radon, contaminazione delle acque, irraggiamento di alimenti, rischio fisico-nucleare.

L'ISPRA, quale referente nazionale per le attività ispettive e di controllo relative alla sicurezza nucleare e alla protezione sanitaria dalle radiazioni<sup>36</sup> espone sul proprio sito web un'ampia rassegna di argomenti sul tema, secondo una logica di integrazione dei contenuti. Gli argomenti riguardano: la radioattività (radioattività naturale e artificiale, tipi di radiazioni)<sup>37</sup>; il controllo della radioattività ambientale (reti di monitoraggio regionali e nazionale); radon (caratteristiche, effetti sulla salute, metodi di misurazione, valori di riferimento, azioni mitigative, situazione in Italia)<sup>38</sup>; la Convenzione congiunta sulla sicurezza della gestione del combustibile nucleare esaurito e dei rifiuti radioattivi del 1997<sup>39</sup>; bando dei test nucleari (sistema di moni-

---

<sup>33</sup> Tramite la Rete regionale di monitoraggio della radioattività ambientale, la quale effettua campionamenti su aria, acqua, terra e alimenti, oltre che, per il controllo del radon, presso gli edifici.

<sup>34</sup> Il verbo "scaricare" indica l'azione, anche detta di *downloading*, con cui si trasferiscono elettronicamente delle informazioni dal web alla memoria del proprio *personal computer*. Nei casi in discussione, uno dei documenti messi a disposizione dell'utente è quasi sempre lo stralcio del capitolo dedicato all'argomento, facente parte del più recente "Rapporto regionale sullo stato dell'ambiente". Tra i documenti scaricabili dai siti web della Regione Toscana e dell' ARPA del Friuli Venezia Giulia, vi sono anche degli opuscoli divulgativi sul radon.

<sup>35</sup> Il sito web dell'ARPA Sicilia contiene altresì un *link* di collegamento al sito web "[www.arpa-kids.it](http://www.arpa-kids.it)", nato dall'intesa fra ARPA e altre istituzioni regionali e rivolto, per chiarezza del linguaggio e impaginazione, ad un pubblico di giovanissimi. Al suo interno è presente anche una pagina esplicativa in html sulla radioattività.

<sup>36</sup> Ai sensi dell'Allegato alla L. 21/01/1994, n. 61 e dell'art. 10 del D.Lgs. 17/03/1995, 230.

<sup>37</sup> A questo argomento è correlata la sezione dedicata alle radiazioni ionizzanti dell' Annuario sui dati ambientali del 2008, in formato Pdf, che è scaricabile dal sito web.

<sup>38</sup> All'argomento è dedicata anche una presentazione multimediale di 16 fotogrammi in parte animati e il documento in formato Pdf, scaricabile, su "Indagine nazionale sul radon nelle abitazioni - periodo 1989/1997".

<sup>39</sup> Come documento di approfondimento è presente un rapporto del 2006 in formato Pdf, scaricabile, sull'adempimento della Convenzione da parte dell'Italia.

toraggio internazionale] e Trattato di non proliferazione delle armi nucleari. Accanto alla trattazione in formato Html di questi oggetti sono presenti *link* di collegamento<sup>40</sup> a testi della normativa nazionale e internazionale, non esaustiva però, e ad alcuni siti web di istituzioni anche internazionali interessate ai fenomeni della radioattività ambientale<sup>41</sup>.

Riguardo alle principali caratteristiche tecniche (*layout* e dispositivi) dei siti web appartenenti ai 10 soggetti pubblici che diffondono informazioni sulla radioattività ambientale relativamente a un maggior numero di argomenti, la struttura prevalente della *home page* o pagina iniziale è a tre colonne<sup>42</sup>, più un *header*<sup>43</sup> e un *footer*<sup>44</sup>. La colonna di sinistra insieme alla parte inferiore dell'*header* nella gran parte dei casi è dedicata all'accesso ai contenuti informativi e ad alcune funzioni interne del sito web, soprattutto attraverso i seguenti *link* e dispositivi interni: "area tematica" (allorché selezionato apre un menu per argomenti, da cui scegliere il tema d'interesse); "pubblicazioni e documenti"; "normativa" (in entrambi i casi si viene indirizzati ad una pagina del sito web che contiene un elenco dei titoli dei singoli oggetti in forma di *link*, tramite cui è possibile consultare o stampare la pubblicazione, il documento o l'atto normativo); "glossario" (fornisce l'accesso ad un glossario dei termini tecnici impiegati nel sito web); "motore di ricerca" (dispositivo consistente in una stringa in cui digitare la parola da cercare nel sito web e quindi la pagina internet o il documento che la contiene)<sup>45</sup>; "*home page*" (consente l'accesso rapido alla pagina iniziale, quando si sta visitando una pagina interna del sito web); "mappa del sito" (conduce ad una pagina descrittiva dell'articolazione del sito web in forma di diagramma ad albero); "chi siamo" (immette su una pagina che descrive i compiti dell'ente pubblico e le finalità del sito web)<sup>46</sup>.

La colonna centrale, di maggiore estensione, è la parte più aggiornata della *home page*, nonché dell'intero sito web, poiché contiene le notizie più recenti afferenti ai settori di competenza, che provengono dalla cronaca, dall'attività legislativa, dalle

---

<sup>40</sup> I *link* sono dei collegamenti sottoforma di parole o, più raramente, immagini, i quali se selezionati conducono direttamente ad altre pagine del sito web che si sta visitando (*link* interni) o a pagine di altri siti web ritenuti di interesse (*link* esterni).

<sup>41</sup> Tra questi: IARC - International Agency for Research on Cancer; WHO - World Health Organization; EPA - U.S. Environmental Protection Agency; ENEA - Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile.

<sup>42</sup> L'unico sito web con la *home page* strutturata in due colonne è quello della Regione Toscana.

<sup>43</sup> Traducibile letteralmente come "testata", è la divisione orizzontale superiore di ogni pagina di un sito web, in cui certamente è presente il nome ed eventualmente il logo del sito web stesso ma che spesso ospita anche alcuni *link* e dispositivi.

<sup>44</sup> Il *footer* è un piccolo spazio orizzontale in fondo alla *home page* di un sito web, in cui si trovano i riferimenti a: società che ha sviluppato il sito web; redazione responsabile della gestione dei contenuti; diritti di copyright; standard di accessibilità e usabilità del sito web.

<sup>45</sup> Nel caso del sito dell'ARPA Valle d'Aosta i motori di ricerca sono due, di cui uno consente una ricerca avanzata attraverso la preselezione dell'area tematica di interesse. Il sito web dell'ARPA Bolzano consente la ricerca dei termini di interesse tramite un indice alfabetico presente nella *home page*.

<sup>46</sup> A volte, come nel caso dell'ISS, il collegamento interno "chi siamo" è accompagnato dal collegamento "come raggiungerci" cui corrisponde una pagina web con l'indirizzo e le indicazioni stradali necessarie per raggiungere l'ente pubblico di riferimento. Altri *link* poco diffusi, che corrispondono a funzioni interne, sono quelli che consentono di modificare la dimensione del carattere delle pagine in Html (come nel sito web dell'ISS o dell'ARPA Veneto), oppure di tradurre l'intera pagina in lingua inglese (come nel sito web dell'ISS) o anche in altre lingue (come nel sito web dell'ISPR).

attività di ricerca e monitoraggio svolte dall'ente stesso o da altre istituzioni, anche internazionali (*news*, bollettini, comunicati stampa, annunci di eventi, tutti scaricabili o stampabili).

La colonna alla destra dell'utente, insieme alla parte inferiore dell'*header*, è quasi sempre dedicata ai servizi interattivi e ad alcune funzioni esterne del sito web, principalmente attraverso i seguenti *link* di collegamento e dispositivi esterni: "*link utili*" (indirizza ad una pagina del sito contenente un elenco di *link* per il collegamento alla pagina iniziale di siti web ritenuti di interesse); "contatti" (invia ad una pagina con i recapiti telefonici e gli indirizzi e-mail delle maggiori strutture che compongono l'ente pubblico)<sup>47</sup>; "*feed rss*" o "*newsletter*" (dispositivi che permettono di ricevere le notizie e gli aggiornamenti dei contenuti del sito web)<sup>48</sup>; "*forum*" (dispositivo per lo scambio di opinioni e la condivisione di informazioni)<sup>49</sup>.

Per le pagine interne le colonne diventano due: la più grande occupa buona parte della pagina internet e riporta il contenuto selezionato, scaricabile e stampabile, la più piccola, alla sinistra dell'utente, ospita i principali *link* e dispositivi interni utili all'esplorazione del sito web. Al di sopra di queste due colonne si trova una barra di navigazione che le separa dall'*header*, la quale indica la *directory* interna del sito web, ossia il percorso di ricerca dei contenuti che si sta seguendo<sup>50</sup>.

### 8.3. I principali contenuti del sito

I contenuti del costituendo sito web divulgativo sulla radioattività sono in corso di preparazione, tuttavia saranno di seguito delineati gli oggetti principali e la loro articolazione complessiva. Il sito web in allestimento si strutturerà essenzialmente su tre livelli di profondità: il primo livello, a carattere divulgativo, sarà costituito dalle pagine web con contenuti testuali in formato Html e dalle relative foto e immagini; il secondo livello, di primo approfondimento, sarà composto da quelle pagine interne del sito che riportano contenuti testuali in formato Html – le quali introdu-

---

<sup>47</sup> Relativamente all'indirizzo di posta elettronica, compare spesso una ulteriore pagina web contenente un *form* o modello che l'utente può compilare inserendo negli appositi campi i propri dati anagrafici e recapiti, l'oggetto e il testo della e-mail. Nel caso dell'ARPA Bolzano la pagina con tale *form* compare sotto il *link* "*feedback*".

<sup>48</sup> Acronimo di *Really Simple Syndication*, un *rss* è una struttura per la presentazione delle informazioni composta da vari campi: nome autore, titolo, testo, riassunto, ecc.. Ciò che i siti web offrono in relazione agli *rss* è la possibilità di abbonarsi ad un servizio di notifica degli aggiornamenti dei contenuti del sito web stesso, che utilizza le caratteristiche strutturali, per la presentazione delle informazioni, di un *rss*. Questo servizio – il quale ha bisogno per essere attivato, oltre che della sottoscrizione di un abbonamento, anche dell'installazione sul *PC* dell'utente di un software, detto "aggregatore" – prende anche il nome di *podcasting*. La *newsletter*, invece, è un servizio consistente in un notiziario inviato periodicamente per posta elettronica. Ad esso ci si iscrive segnalando i propri dati anagrafici e l'indirizzo e-mail al quale si intende ricevere la comunicazione.

<sup>49</sup> Il *forum* è presente solo nel sito dell'ARPA Val d'Aosta, in cui è altresì disponibile un questionario per la registrazione del livello di soddisfazione del cittadino nei confronti dei servizi dell'Agenzia.

<sup>50</sup> La *directory* della barra di navigazione, al pari del *link* interno *home page*, consente l'accesso diretto alla pagina iniziale del sito web senza utilizzare le funzioni "indietro" e "avanti" del *browser* (ossia, dell'interfaccia elettronica, installata sul *PC* dell'utente, che permette la visualizzazione delle pagine del sito web).

cono e sintetizzano alcuni documenti di testo in formato Pdf, Word – e dai *file* multimediali; il terzo livello, di approfondimento specialistico, sarà rappresentato dagli stessi documenti di testo in formato Pdf e Word, appena citati. Qualche che sia il tipo e formato di contenuto, sarà sempre garantita all'utente la possibilità di scaricare sul proprio PC o stampare il materiale presente sul sito web.

I testi in Html riferibili al primo livello di profondità si potranno selezionare direttamente dalla *home page*, in particolare dal *link* interno "aree tematiche", il cui menu conterrà le seguenti voci: Radiazioni ionizzanti; Radioprotezione; Sorgenti naturali di radiazioni ionizzanti; Sorgenti artificiali di radiazioni ionizzanti. In ogni testo si tratteranno con linguaggio chiaro gli argomenti principali in cui si articola ciascuna delle quattro aree tematiche attinenti alla radioattività ambientale, ossia: nota storica sull'atomo; la struttura dell'atomo; tipi di radiazioni (Radiazioni ionizzanti); dosi ed effetti; grandezze in radioprotezione; principi di radioprotezione; strumenti di sorveglianza fisica (Radioprotezione); radioattività di origine terrestre; radioattività di origine extra-terrestre (Sorgenti naturali di radiazioni ionizzanti); utilizzo dell'atomo per la produzione di energia elettrica; le radiazioni nella medicina, nella ricerca e nell'industria; rifiuti radioattivi (Sorgenti artificiali di radiazioni ionizzanti). Ovviamente, a loro volta, gli argomenti di ciascuna area tematica saranno suddivisi in paragrafi specifici. L'organizzazione dei contenuti relativi al primo livello di profondità corrisponde a quella del documento organico predisposto dagli esperti dell'ISPRA durante l'elaborazione del materiale di supporto all'intervento di informazione-sensibilizzazione, nell'ambito della ricerca-intervento condotta presso le scuole medie superiori del Lazio<sup>51</sup>. Tale documento di 92 pagine, dal titolo "Le radiazioni. Prevenzione dai rischi dell'esposizione alle radiazioni ionizzanti. Lezioni per le scuole medie superiori", è ancora oggetto di revisione e completamento da parte degli stessi autori. Una volta disponibile, il documento organico fornirà non solo l'indice ma anche il testo da inserire opportunamente nelle pagine del sito web, quale contenuto a carattere divulgativo. Ad esso si aggiungeranno anche delle trattazioni monografiche come quella, in corso di elaborazione, riguardante l'aggiornamento in lingua italiana della scala INES (*International Nuclear and radiological Event Scale*), ossia la scala internazionale degli eventi nucleari e radiologici elaborata dalla IAEA (*International Atomic Energy Agency*) nel 1989, all'indomani del grave incidente nucleare di Chernobyl, al fine di classificare e rendere immediatamente percepibile alla popolazione la gravità di eventi imprevedibili, associati al trasporto, deposito e impiego di sorgenti e materiale radioattivi<sup>52</sup>.

Come approfondimento multimediale iniziale si potranno utilizzare proprio le 89 slide di presentazione, in formato Power Point, utilizzate come schede di supporto agli interventi seminariali nelle scuole in cui è stata condotta la ricerca-intervento. Il pacchetto di slide dal titolo "Radiazioni ionizzanti. Origine, prevenzione dai rischi e impieghi" può essere facilmente scomposto in gruppi di slide pertinenti alle aree

---

<sup>51</sup> La suddetta ricerca-intervento, come già ricordato, è la seconda attività della tematica "Realizzazione di una serie di attività e interventi atti a creare una coscienza nazionale circa il fenomeno della radioattività naturale o indotta da attività umane (nucleare medico e nucleare di potenza)", prevista dalla convenzione ISPRA-MATTM.

<sup>52</sup> La scala INES è una scala logaritmica che comprende un livello 0, riferito alle semplici deviazioni, livelli da 1 a 3 per definire i guasti (eventi avversi che però non producono danni di rilievo alle persone, all'ambiente, alle cose), livelli da 4 a 7 per classificare gli incidenti (eventi negativi con conseguenze significative). Sull'argomento si veda Maggi e Mussapi (1992), pp. 9 – 26.

tematiche e agli argomenti principali, nonché può trovare integrazione con altro materiale multimediale attualmente presente sul sito web dell'ISPRA, come la presentazione "Radon", composta da 16 fotogrammi, parzialmente animati<sup>53</sup>. Come accennato, faranno parte del primo livello di approfondimento anche i testi in Html che anticiperanno in una sintesi, nelle pagine interne ad essi dedicati, i contenuti di molti documenti tecnici o comunque dal linguaggio meno accessibile (come rapporti, relazioni, normativa, ecc.).

I testi e le immagini di cui si compone la sezione del sito web ufficiale dell'ISPRA dedicata alla radioattività ambientale saranno in buona parte utilizzabili nel nuovo sito web, soprattutto come materiale di approfondimento specialistico<sup>54</sup>. Il contenuto che forse maggiormente si iscrive in questo livello di approfondimento è costituito dalla normativa nazionale di settore. La normativa nazionale di rilievo sulla radioattività ambientale consta di 34 atti, di cui 19 fra leggi e decreti legislativi, 15 fra decreti ministeriali o interministeriali e decreti del presidente della repubblica, tutti emanati dal 1957 ad oggi. La maggior parte di questi atti disciplina la protezione sanitaria della popolazione e dei lavoratori dai rischi derivanti dalle radiazioni ionizzanti (12) e i vari aspetti legati alla produzione di energia elettrica da fonte nucleare (10). Le altre materie oggetto di normazione sono le radiazioni ionizzanti in medicina (8), la gestione dei rifiuti radioattivi (3), il controllo delle sorgenti radioattive sigillate ad alta attività e delle sorgenti orfane (1). Questa ripartizione della normativa non tiene però conto della presenza di alcuni atti contenenti al loro interno disposizioni che riguardano più ambiti di applicazione della disciplina generale sulle radiazioni ionizzanti. Di questi, ad esempio, fa parte il D.Lgs. 17/3/1995, n. 230 e s.m.i., il quale è stato emanato in attuazione di ben sette direttive EURATOM - *European Atomic Energy Community* -, aventi quasi tutte differenti oggetti<sup>55</sup>. In particolare, questo decreto legislativo - più sopra conteggiato come uno degli atti legislativi che si occupano di protezione sanitaria della popolazione e dei lavoratori - contiene articoli e allegati tecnici riferiti a: esposizioni lavorative a

---

<sup>53</sup> La presentazione sul radon risulta complementare rispetto a quella su "Radiazioni ionizzanti. Origine, prevenzione dai rischi e impieghi". Infatti, quest'ultima - che è suddivisa nelle seguenti sezioni: radiazioni ionizzanti e rischi connessi; impieghi delle radiazioni ionizzanti; utilizzo dell'atomo per la produzione di energia; la gestione dei rifiuti radioattivi -, riserva solo 5 slide al problema del radon.

<sup>54</sup> I materiali attualmente presenti sul sito web ISPRA attengono per lo più ad argomenti poco sviluppati nel citato documento organico, in corso di revisione, che costituirà l'ossatura del nuovo sito web per quanto concerne l'aspetto contenutistico. In essi è possibile trovare una trattazione dettagliata di: situazione, aggiornata al 2008, della presenza sul territorio nazionale di sorgenti di radiazioni ionizzanti; caratteristiche, effetti sulla salute, metodi di misurazione, valori di riferimento, azioni mitigative e situazione in Italia in riferimento al tema del radon (corredata da un'indagine nazionale sul radon nelle abitazioni riferita al periodo 1989- 1997); gestione dei rifiuti radioattivi di terza categoria (accompagnata da un rapporto del 2006 sullo stato dell'adempimento nel nostro Paese degli obblighi previsti nella Convenzione congiunta in materia); utilizzo a scopi militari del nucleare (con documenti di approfondimento relativi al Trattato di non proliferazione delle armi nucleari e al sistema di monitoraggio internazionale per il rispetto del bando dei test nucleari).

<sup>55</sup> Gli oggetti delle direttive EURATOM, in attuazione delle quali è stato emanato il D.Lgs. 17/3/1995, n. 230, vanno dalla tutela dalle radiazioni ionizzanti per i lavoratori e la popolazione sottoposti ad esami e trattamenti medici, all'informazione della popolazione per i casi di emergenza radiologica, alla protezione operativa dei lavoratori esterni dai rischi di radiazioni ionizzanti, alla sorveglianza e controllo delle spedizioni transfrontaliere dei residui radioattivi.

particolari sorgenti naturali di radiazioni ionizzanti, incluse quelle connesse alle lavorazioni minerarie; importazione e trasporto, detenzione, produzione e commercio di materie radioattive; rifiuti radioattivi; impianti nucleari; protezione sanitaria dei lavoratori; protezione sanitaria, informazione della popolazione e pianificazione di emergenza. Sarà compito del gruppo redazionale del sito web scomporre i testi normativi che, come il D.Lgs. 230/95 e s.m.i., si rivolgono a più contesti di applicazione, per poi associare le singole partizioni, siano essi gruppi di articoli o allegati, alle aree tematiche e agli argomenti in cui è strutturato il sito web, in modo da agevolare un coerente approfondimento normativo.

Come previsto dal POD relativo alla convenzione ISPRA-MATTM, il sito web in progettazione dovrà ospitare una sezione dedicata agli insegnanti delle scuole medie superiori, con l'obiettivo di favorire interventi di sensibilizzazione sulla radioattività ambientale rivolti agli studenti. A questo scopo, la "sezione insegnanti" del sito web conterrà una pagina di presentazione in cui, oltre all'illustrazione delle finalità insite nella costruzione di questo spazio sul web, saranno riportati i progetti e gli eventi ai quali partecipare, eventualmente con la propria scolaresca. Tra questi, ad esempio, sarà data evidenza ai *virtual lab* o laboratori multimediali, che consentono di realizzare, ma anche di utilizzare, percorsi didattici multimediali con la elaborazione di Cd-Rom, alle campagne di misurazione della radioattività naturale, e agli incontri con le scuole da parte di strutture di ricerca, durante i quali sono organizzati dibattiti, visite guidate dei laboratori e simulazioni dei fenomeni fisici coinvolti nella radioattività ambientale. Nella "sezione insegnanti" saranno presenti anche i *link* interni di collegamento per l'accesso a: documento programmatico o manuale di orientamento che riporterà le linee guida su contenuti e forme di un intervento informativo efficace sulle radiazioni ionizzanti, da eseguirsi presso le scuole medie superiori (in corso di realizzazione); materiale di supporto alla realizzazione degli stessi interventi informativi; volume dedicato al rapporto finale della ricerca-intervento, svolta negli istituti delle scuole medie superiori di 4 province della Regione Lazio, sull'informazione dei rischi connessi alla radioattività ambientale.

#### **8.4. Le principali caratteristiche tecniche**

Il nuovo sito web divulgativo sulla radioattività ambientale dovrà essere costruito nel rispetto dei principi e criteri di usabilità e accessibilità del web. "L'usabilità implica che le informazioni debbano essere organizzate e strutturate in maniera da garantire la massima fruibilità" (Circ.n.3/2001 del Ministero della Funzione Pubblica), laddove per fruibilità è da intendersi "la caratteristica dei servizi di rispondere a criteri di facilità e semplicità d'uso, di efficienza, di rispondenza alle esigenze dell'utente, di gradevolezza e di soddisfazione nell'uso del prodotto" (art. 1, D.P.R.75/2005). L'accessibilità, invece, è "la capacità dei sistemi informatici, nelle forme e nei limiti consentiti dalle conoscenze tecnologiche, di erogare servizi e fornire informazioni fruibili, senza discriminazioni, anche da parte di coloro che a causa di disabilità necessitano di tecnologie assistive o configurazioni particolari" (art.2, L. 4/2004), laddove per tecnologie assistive si intendono "gli strumenti e le soluzioni tecniche, hardware e software, che permettono alla persona disabile, superando o riducendo le condizioni di svantaggio, di accedere ai servizi erogati

dai sistemi informatici” [art. 2, L. 4/2004]. I principi o linee guida di usabilità e accessibilità dei siti web delle pubbliche amministrazioni sono contenuti nella Circolare n.3/2001 del Ministero della Funzione Pubblica, mentre i criteri corrispondenti sono contenuti nella Circolare 6 settembre 2001, n.AIPA/CR/32. Sia i principi che i criteri sono ripresi da quelli individuati dal *World Wide Web Consortium* [W3C]<sup>56</sup>, e raccolti nelle *Web Content Accessibility Guidelines* (WCAG). Sinteticamente, i principi di usabilità e accessibilità per i siti web della pubblica amministrazione sono: distinguere, e trattare separatamente, il contenuto, la struttura e la presentazione di una pagina; usare possibilmente componenti “scalabili”, in modo che i contenuti testuali di una pagina si possano adattare alle dimensioni della finestra del *browser* utilizzato dall'utente; limitare l'uso di immagini e animazioni ai casi di vera utilità, corredandole di didascalie o descrizioni testuali; usare mappe immagine interamente contenute nel documento; usare parole o brevi frasi di chiaro e univoco significato anche fuori del contesto, evitando espressioni generiche come “premi qui” per i collegamenti ipertestuali (*link*); per i grafici e gli schemi aggiungere descrizioni testuali alternative, che permettano la comprensione del loro significato anche a chi non può vederli; riguardo alle componenti interattive (es. *script*, *applet*, *plug-in*), limitarne l'uso ai casi di vera utilità e prevedere un messaggio di avvertimento di apertura di una finestra; assicurarsi che il contenuto e la struttura delle tabelle risultino chiari anche quando la tabella stessa viene letta cella dopo cella e una riga alla volta; Verificare l'accessibilità di una pagina, ad esempio, simulando le condizioni di lavoro di un utente disabile, con l'uso di un browser testuale oppure di un browser grafico, disabilitando il caricamento delle immagini, delle animazioni, dei suoni, dei colori e ripetendo le prove con vari livelli di risoluzione grafica e di dimensioni dei caratteri, ove possibile. La L. 4/2004 e il successivo D.P.R. 75/2005 prevedono per le pubbliche amministrazioni – le quali con esito positivo abbiano provveduto autonomamente a valutare l'accessibilità di siti web – l'utilizzazione sui propri siti web, previa comunicazione al CNIPA – Centro Nazionale per l'Informatica nella Pubblica Amministrazione – (oggi DIGITPA – Ente Nazionale per la Digitalizzazione della Pubblica Amministrazione), di un logo che attesta il possesso dei requisiti di accessibilità. Pertanto, così come è avvenuto per il sito web ufficiale dell'ISPPA, anche per il sito web divulgativo sulla radioattività ambientale sarà eseguita la procedura per l'assegnazione del logo di accessibilità. Sulla scorta dei risultati di indagine relativi ai siti web istituzionali che si occupano di radioattività ambientale, è possibile tracciare il *layout* del costituendo sito web divulgativo. La struttura, infatti, sarà uguale a quella prevalente nei siti rilevati, pur con un numero maggiore di dispositivi. Le figure 8.1, 8.2, 8.3 rappresentano, rispettivamente, i modelli della *home page*, di una pagina interna tipo, della pagina di apertura della “sezione insegnanti”. La struttura, come si vede, è a tre colonne per la *home page* e a due colonne per le pagine interne. I *link* e dispositivi interni si trovano tutti sulla colonna alla sinistra del lettore e nella parte inferiore dell'*header* e restano visibili anche dalle pagine interne del sito web. Questi sono costituiti da: un motore di ricerca interno per argomenti e/o parole chiave, collegato direttamente al database; il *link* aree tematiche, dal quale si accede ad un menu

---

<sup>56</sup> Il W3C è un organismo internazionale, nato nel 1994, con l'obiettivo di promuovere l'evoluzione del web. Le “Linee guida sull'accessibilità di contenuti web” sono state pubblicate nel 1998 e aggiornate nel 2008 con le WCAG 2.0.

di selezione composto dalle voci: Radiazioni ionizzanti, Radioprotezione, Sorgenti naturali di radiazioni ionizzanti, Sorgenti artificiali di radiazioni ionizzanti; i *link* contenuti multimediali, pubblicazioni e documenti, normativa, visibili anche sul fondo di ogni pagina interna, garantiscono all'utente diversi livelli di approfondimento; il *link* glossario, contenente tutti i termini tecnici utilizzati nel sito web e richiamabili direttamente dal testo che li include; il *link* FAQ – *Frequently Asked Questions* –, che collega ad una pagina con le domande più frequenti, e le relative risposte, rivolte dall'utenza alla redazione del sito web; il dispositivo bibliografia, cui corrisponde un *form* per la ricerca bibliografica su argomenti specifici riferibili alla radioattività ambientale; il *link* archivio news, che connette ad una pagina di raccolta delle notizie meno recenti, e pertanto non più disponibili nella colonna centrale della *home page*; i *link* home e mappa, i quali facilitano la navigazione del sito; il *link* chi siamo, che collega ad una pagina in cui si presentano le caratteristiche essenziali dell'ente ISPRA e le finalità del sito web; e il *link* sezione insegnanti. Questo ultimo immette direttamente alla pagina iniziale della sezione riservata agli insegnanti delle scuole medie superiori, in cui sotto la presentazione di questo nuovo spazio, è possibile trovare in evidenza i progetti e gli eventi didattici sul tema delle radiazioni ionizzanti ai quali è possibile partecipare e due *link* interni: come realizzare un intervento informativo nelle scuole; materiale di supporto ad un intervento informativo nelle scuole, che rimandano rispettivamente al documento programmatico per la realizzazione di un intervento informativo efficace nelle scuole e al volume contenente il rapporto finale sulla ricerca-intervento nelle scuole del Lazio. Solo nella colonna sinistra della *home page* sono, invece, presenti i *link* e dispositivi esterni, come: il *link* contatti, che collega ad una pagina con i riferimenti e gli indirizzi e-mail dei membri della redazione; i dispositivi *feed rss* e *newsletter*, cui abbonarsi o iscriversi per ricevere in tempo reale o periodicamente gli aggiornamenti o i notiziari del sito web; il dispositivo forum, che consente a chi si registra di condividere idee e opinioni; il dispositivo l'esperto risponde, da cui si accede ad un *form* per l'interrogazione di personale qualificato sugli argomenti della radioattività ambientale; il collegamento ai *link* utili, ossia a siti web esterni particolarmente qualificati; e il dispositivo questionario per il *feedback*. Tale servizio permette all'utente di compilare un questionario elettronico con poche domande del tipo: 1) Dai un giudizio su chiarezza, completezza, adeguatezza delle informazioni presenti nel sito web. 2) Come giudichi la qualità grafica del sito web? 3) Hai riscontrato facilità di uso e velocità di accesso per questo sito web? 4) Quali sono gli elementi del sito web da migliorare? 5) Quali sono i punti di forza di questo sito web? 6) Se hai posto una domanda ai nostri esperti, come giudichi la risposta?

Infine, in merito alle caratteristiche tecniche di sviluppo del sito web è opportuno ricordare che esso dovrà essere dotato di un CMS – *Content Management System* –, ossia di un'applicazione consistente in un pannello di interfaccia e controllo con cui è possibile, per un utente amministratore, modificare e più in generale gestire i contenuti del sito web, senza la necessità che questi abbia conoscenze tecniche di programmazione web. Il CMS sarà così uno strumento di pubblicazione flessibile ed efficace di cui potrà servirsi direttamente il personale ISPRA.

<i>ISPRA</i>			
<i>LA RADIOATTIVITÀ AMBIENTALE</i>			
<i>Home</i>	<i>Mappa</i>	<i>Chi Siamo</i>	<i>Sezione Insegnanti</i>
<input type="text"/>	<i>Cerca</i>		<i>Stampa</i>
<i>AREE TEMATICHE</i>			<i>CONTATTI</i>
<i>CONTENUTI MULTIMEDIALI</i>			<i>FEED RSS NEWSLETTER</i>
<i>PUBBLICAZIONI E DOCUMENTI</i>			<i>FORUM L'ESPERTO RISPONDE</i>
<i>NORMATIVA</i>		<i>NEWS ED EVENTI</i>	<i>QUESTIONARIO FEEDBACK</i>
<i>GLOSSARIO</i>			<i>LINK UTILI</i>
<i>FAQ</i>			<i>Questo sito è stato visitato da ..... utenti</i>
<i>BIBLIOGRAFIA</i>			
<i>ARCHIVIO NEWS</i>			
			<i>Stampa</i>
<i>Redazione</i>	<i>Società che ha sviluppato il sito web</i>		<i>Logo Accessibilità</i>

Fig. B.1. – Modello della home page

ISPRA	
LA RADIOATTIVITÀ AMBIENTALE	
Home    Mappa    Chi Siamo    Sezione Insegnanti	
Home → Aree tematiche → Sorgenti naturali di radiazioni ionizzanti	
<input type="text"/> Cerca	
AREE TEMATICHE	<p><i>Stampa</i></p> <p><b>RADON</b> Caratteristiche</p> <p>IMMAGINE</p>
CONTENUTI MULTIMEDIALI	<p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>
PUBBLICAZIONI E DOCUMENTI	<p>_____</p> <p><b>EFFETTI SULLA SALUTE</b></p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>IMMAGINE</p>
NORMATIVA	<p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>
GLOSSARIO	<p><b>METODI DI MISURAZIONE</b></p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>
FAQ	
BIBLIOGRAFIA	<p><u>Contenuti Multimediali</u></p> <p><u>Pubblicazioni e documenti</u></p>
ARCHIVIO NEWS	<p><u>Normativa</u></p>
	<p><i>Stampa</i></p>
Redazione	Società che ha sviluppato il sito web    Logo Accessibilità

Fig. B.2. - Modello di una pagina interna

ISPRA	
LA RADIOATTIVITÀ AMBIENTALE	
Home   Mappa   Chi Siamo   Sezione Insegnanti	
Home → Sezione Insegnanti	
<input type="text"/> Cerca	
AREE TEMATICHE	PRESENTAZIONE <span style="float: right;">Stampa</span>
CONTENUTI MULTIMEDIALI	
PUBBLICAZIONI E DOCUMENTI	
NORMATIVA	IN PRIMO PIANO
GLOSSARIO	
FAQ	
BIBLIOGRAFIA	
ARCHIVIO NEWS	
	<p><u><a href="#">Come realizzare un intervento informativo nelle scuole</a></u></p> <p><u><a href="#">Materiale di supporto ad un intervento informativo nelle scuole</a></u></p> <p style="text-align: right;">Stampa</p>
Redazione	Società che ha sviluppato il sito web   Logo Accessibilità

Fig. B.3. – Modello della pagina iniziale della sezione insegnanti

## RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

---

- AA.VV., 2010, *Schede analitiche su aspetti chiave delle campagne di informazione e comunicazione*, su [www.lavoro.gov.it](http://www.lavoro.gov.it).
- ABRUZZESE A., 1999, *Qualità della comunicazione*, in Morcellini e Sorice, a cura di, 1999.
- ACONE G., 1995, *Multimedialità cultura educazione*, La Scuola, Brescia.
- AJZEN I., FISHBEIN M., 1980, *Understanding Attitudes and Predicting Social Behaviour*, Englewood Cliffs, NJ, Prentice-Hall.
- ALBO N., MAGGI M., 2006, *Sviluppo di una metodologia applicativa dell'analisi dei reticoli alla pianificazione dell'attività di comunicazione pubblica nei siti Seveso*, in Carcassi, a c. di, 2006.
- ANDERSON H., 1988, *Communication Yearbook*, vol. 11, Sage, Newbury Park.
- ANSELIN L., 1988, *Spatial Econometrics: Methods and Models*, Dordrecht, Kluwer Academic, Boston.
- ARBIA G., 1993, "Campionamento areale in presenza di autocorrelazione spaziale", in *Atti SIS*, XLI, pp. 311-321.
- ARBIA G., 1993, "The Use of GIS in Spatial Statistics Surveys", in *International Statistical Review*, vol. 61, pp. 339-359, The Hague-Leidschenveen, The Netherlands.
- ARBIA G., ESPA G., 1996, *Statistica economica territoriale*, CEDAM, Padova.
- BARBERA E., FERRO E., TOSCO E., a c. di, 2010, *Audience Insights. Comunicare con gli adolescenti (12-17 anni)*, su [www.dors.it](http://www.dors.it), DoRS-Regione Piemonte (Centro Regionale di Documentazione per la Promozione della Salute).
- BATTAGLIA G., SIMEONI E. SERPELLONI G., a c. di, 2008, *Apprendere e lavorare nell'era digitale - On-line collaborative e-learning per le organizzazioni sanitarie e sociali*, pubblicazione no profit su [www.toscana.dronet.org](http://www.toscana.dronet.org).
- BATTAGLIA G., 2008, *Progettazione e gestione di progetti formativi*, in Battaglia, Simeoni e Serpelloni, a c. di, 2008.
- BERELSON B., 1949, *What Missing the Newspaper Means*, in Lazarsfeld and Stanton, 1949.
- BESOZZI E., 2006, *Società, cultura, educazione. Teorie, contesti e processi*, Carocci, Roma.
- BETTETINI G., 1988, "Dall'occhio alla mente. Strategie interpretative e sistemi testuali", in *Problemi dell'informazione*, n. 3, pp. 311-319, il Mulino, Bologna.
- BETTETINI G., GARASSINI S., GASPARINI B., VITTADINI N., 2001, *I nuovi strumenti del comunicare*, Bompiani, Milano.
- BIocca F., 1988, *Opposing Conceptions of the Audience: The Active and Passive Hemispheres of Mass Communication Theory*, in Anderson (eds.), 1988.
- BLOOM B. S., 1956, *Taxonomy of Educational Objectives*, Allyn and Bacon, Boston.
- BLALOCK H.M. jr, 1961, *Social Statistics*, McGraw-Hill Book, Inc; tr.it.; *Statistica per la ricerca sociale*, il Mulino, Bologna, 1969.
- BLUMER J., KATZ E., 1974, *The Use of Mass Communication: Current Perspectives on Gratification Research*, Sage, Beverly Hills.

- BOFFI M., 2004, *Scienza dell'informazione geografica. Introduzione ai Gis*, Bologna, Zanichelli.
- BOSCAROL M., 2003, *Ecologia dei siti web*, Tecniche Nuove, Milano.
- BRYSON L., 1948, *The Communication of Ideas*, Harper, New York.
- BUZZI C., CAVALLI A., DE LILLO A., a c. di, 2007, *Rapporto giovani. Sesta indagine dell'Istituto IARD sulla condizione giovanile in Italia*, Bologna, il Mulino.
- CAMPBELL D. T., STANLEY J.C., 1966, *Experimental and Quasi-Experimental Designs for Research*, Houghton Mifflin Company, Boston; ed. it., a c. di Fasanella A., *Disegni sperimentali e quasi-sperimentali per la ricerca*, Edizioni Eucos, Roma, 2004.
- CAMPUS D., 2000, "Le conoscenze politiche dell'elettore italiano: una mappa cognitiva", in *Rivista Italiana di Scienza Politica*, XXX, n. 1, aprile, il Mulino, Bologna.
- CANTONI L., DI BLAS N., BOLCHINI D., 2003, *Comunicazione, qualità e usabilità*, Apogeo, Milano.
- CANTRIL H., 1940, *The Invasion from Mars. A Study in the Psychology of Panic*, Princeton University Press, Princeton.
- CARCASSI M.N., a c. di, 2006, *VGR 2006 Proceeding*, edizione su CD, Pisa.
- CARCASSI M.N., a c. di, 2008, *VGR 2008 Proceeding*, edizione su CD, Pisa.
- CARDELLINI, L., 2004, "Le mappe concettuali", in *Informatica & Scuola*, XII (1), pp. 14-16; su [www.csi.unian.it/educa/mappeconc/cmapsuno.html](http://www.csi.unian.it/educa/mappeconc/cmapsuno.html).
- CASTELLS M., 2001, *Internet Galaxy*, Oxford University Press; tr. it., 2002, *Galassia Internet*, Feltrinelli, Milano.
- CATOLFI A., 2005, *Old media, new media. Tecniche e teorie dai vecchi ai nuovi media*, Edizioni Quattroventi, Urbino.
- CICCHITELLI G., 1984, *Probabilità e statistica*, Maggioli, Rimini.
- CINQUEGRANI R., a c. di, 2009, *Valutazione degli esiti e dell'impatto delle politiche formative nell'ambito della formazione professionale. Una prima rassegna sulla valutazione di esito ed impatto formativo*, working paper realizzato dal gruppo di lavoro Ires - La Sapienza.
- COLICCHI LAPRESA E., 1987, *Prospettive metodologiche di una teoria dell'educazione*, Liguori, Napoli.
- COLICCHI LAPRESA E., CAMBI F., CATARSI E., 2003, *Le professionalità educative. Tipologia, interpretazione e modello*, Carocci, Roma.
- COOK T.D., CAMPBELL D.T., 1979, *Quasi-Experimentation. Designs and Analysis Issues for Field Setting*, Houghton Mifflin Company, Boston.
- CORBETTA P., 1999, *Metodologia e tecniche della ricerca sociale*, Bologna, il Mulino.
- CRESSIE N.A., 1993, *Statistics for Spatial Data*, Wiley & Sons, New York.
- CUCCO E., PAGANI R., PASQUALI M., a c. di, 2005, *Primo rapporto sulla comunicazione sociale in Italia*, Rai Eri, Roma.
- DE CARLO N.A., ROBUSTO E., 1996, *Tecniche di campionamento nelle scienze sociali*, Led, Milano.
- DE LEONARDIS O., 1990, *Il terzo escluso. Le istituzioni come vincoli e come risorse*, Feltrinelli, Milano.
- DE NARDIS P., a c. di, 1998, *Le nuove frontiere della sociologia*, Carocci, Roma.
- DI FRANCO G., 2001, *EDS: esplorare, descrivere e sintetizzare i dati. Guida pratica all'analisi dei dati nella ricerca sociale*, Franco Angeli, Milano.
- DI NOCERA F., 2004, *Che cos'è l'ergonomia cognitiva*, Carocci, Roma.
- DIODATI M., 2007, *Accessibilità. Guida completa*, Apogeo, Milano.

- DIX A., FINLAY J., ABOVD G. D., BEALE R. 2004, *Human – Computer Interaction*, Pearson Education, Harlow; tr. it., *Interazione uomo-macchina*, McGraw-Hill, Milano.
- DUTTON W., 1999, "Society on the Line: Information Politics", in *The Digital Age*, Oxford University Press, Oxford.
- ELETTI V., 2007, *Che cos'è l'e-learning*, Carocci, Roma.
- ETTEMA J., KLINE G., 1977, *Deficits, Differences and Ceilings. Contingent Conditions for Understanding the Knowledge Gap*, in *Communication Research*, vol. 4, n. 2, pp. 179-204, Sage, Beverly Hills.
- FABBRIS L., 1993, *L'indagine campionaria: metodi, disegni e tecniche di campionamento*, NIS, Roma.
- FASANELLA A., 1998, *La generalizzazione in sociologia: una rilevante questione metodologica*, in De Nardis, a c. di, 1998.
- FASANELLA A., 2004, *Introduzione all'edizione italiana*, in Campbell e Stanley, 1966, ed. it., 2004.
- FASANELLA A., MAGGI M., 2008, *Rischi tecnologici e ambiente nella stampa settimanale italiana*, in Carcassi, a c. di, 2008.
- FASANELLA A., TANUCCI G., a c. di, 2006, *Orientamento e carriera universitaria. Ingressi ed abbandoni in cinque facoltà*, Franco Angeli, Milano.
- FATELLI G., 1999, *Teorie della comunicazione*, in Morcellini e Sorice, a c. di, 1999.
- FRAIRE M., RIZZI A., 2004, *Statistica*, Carocci, Roma.
- FIDLER R., 1997, *Mediamorphosis. Understanding New Media*, Pine Forge Press; tr. it., a c. di, Andò R., Marinelli A., *Mediamorfosi. Comprendere i nuovi media*, 2000, Guerini e Associati, Milano.
- GAGNÉ R.M., DICK W., 1983, "Instructional Psychology", in *Annual Review of Psychology*, 34, 261-295, Janet T. Spence, University of Texas.
- GANS H., 1979, *Deciding What's News. A Study of CBS Evening News*, NBC Nightly News, Newsweek and Time, Pantheon Books, New York.
- GAZIANO C., 1983, "The Knowledge Gap. An Analytical Review of Media Effects", in *Communication Research*, vol. 10, n. 4, pp. 447-486, Sage, Beverly Hills.
- GOLEMAN D., 1999, *Intelligenza emotiva*, Rizzoli, Milano.
- GOTO K., COTLER E., 2004, *Web-Redesign2.0: Workflow that Works*, New Riders Press, Indianapolis; tr. it., a c. di, Comolli F., Difazio G., *Web-Redesign*, 2002, Apogeo, Milano.
- GRANDI R., 2001, *La comunicazione pubblica. Teorie, casi, profili normativi*, Carocci, Roma.
- GUIDOLIN U., 2005, *Pensare digitale. Teoria e tecniche dei nuovi media*, McGraw-Hill, Milano.
- GUNTER B., 1987, *Poor Reception. Misunderstanding and Forgetting Broadcast News*, Erlbaum, Hillsdale.
- GUNTER B., 1988, "The Perceptive Audience", in Anderson, 1988.
- GUREVITCH M., LEVY M., 1985, *Mass Communication Review Yearbook*, vol. 5, Sage, Beverly Hills.
- HAWKINS R., PINGREE S., 1983, "Television's Influence on Social Reality", in Wartella, Whitney and Windahl, 1983, pp. 53-76.
- HILGARD E. R., BOWER G. H., 1975, *Theories of Learning*, Englewood Cliffs NJ, Prentice-Hall.
- INGROSSO M., a c. di, 2001, *Comunicare la salute: scenari, tecniche, progetti per il benessere e la qualità della vita*, Franco Angeli, Milano.

- KATZ E., 1957, "The Two-Steps Flow of Communication: An Up-to-Date Report on an Hypothesis", in *Public Opinion Quarterly*, vol. 21, n. 1, pp. 61-78, University Press, Oxford.
- KATZ E., LAZARSELD P.F., 1955, *Personal Influence*, The Free Press, Glencoe; tr. it., *L'influenza personale nelle comunicazioni di massa*, Eri, Torino, 1968.
- KEPPEL G., SAUFLEY W.H., TOKUNAGA H., 1992, *Introduction to Design and Analysis. A Student's Handbook*, W.H. Freeman and Company, New York; tr. it., 2001, *Disegno Sperimentale e analisi dei dati in psicologia*, Napoli, Edises.
- KOTLER P., LEE N.R., 2008, "Steps in the Strategic Marketing Planning Process", in *Social Marketing - Influencing Behaviours for Good*, pp. 31-45, Sage, Beverly Hills.
- LANG K., LANG E. G., 1981, *Mass Communications and Public Opinion: Strategies for Research*, in Rosenberg and Turner (eds.), 1981, pp. 653-685.
- LANG K., LANG E. G., 1985, *Methods as Master or Mastery over Method*, in Gurevitch and Levy (eds.), 1985 pp. 49-63.
- LAURILLARD D., 2002, *Rethinking University Teaching: a Framework for the Effective Use of Educational Technology*, 2nd edition, RoutledgeFalmer, London.
- LASSWELL H.D., 1948, *The Structure and Function of Communication in Society*, in Bryson (ed.), 1948.
- LAZARSELD P.F., 1958, *Evidence and Inference in Social Research*, in *Daedalus*, vol. 87, 4, Cambridge, American Academy of Arts and Sciences; tr. it. parziale, *Dai concetti agli indici empirici*, in Boudon and Lazarsfeld (eds.), 1969, pp. 41-52.
- LAZARSELD P.F., BERELSON B., GAUDET H., 1944, *The People's Choice. How the Voter Makes Up his Mind in a Presidential Campaign*, Columbia University Press, New York.
- LAZARSELD P.F., STANTON F., 1949, *Radio Research 1948-49*, Harper, New York.
- LEVI N., 2006, *Il piano di comunicazione: apprendere dall'esperienza*, su [www.urp.gov.it](http://www.urp.gov.it).
- LEVINE N & ASSOCIATES, 2004, *A Spatial Statistics Program for the Analysis of Crime Incident Locations*, The national Institute of Justice, Washington DC.
- LEVRATO M.C., 1988, *Racconti, storie e narrazioni. I processi di comprensione dei testi*, il Mulino, Bologna.
- LIVOLSI M., 2000, *Manuale di sociologia della comunicazione*, Laterza, Bari.
- LONGO R., SUGLIA A., 2006, *Dossier di documentazione. La promozione della salute a scuola*, su [www.dors.it](http://www.dors.it), DoRS-Regione Piemonte (Centro Regionale di Documentazione per la Promozione della Salute).
- LORANGER H., NIELSEN J., 2006, *Prioritizing Web Usability*, New Riders Press, Indianapolis; tr. it., a c. di, Comolli F., Difazio G., *Web Usability 2.0*, 2006, Apogeo, Milano.
- LUCCHINI A., 1996, *Scrivere. Una fatica nera*, Deus Editore, Milano.
- LUGHI G., 2006, *Cultura dei nuovi media. Teorie, strumenti, immaginario*, Guerini, Milano.
- LULL J., 1988, *World Families Watch Television*, Sage, Newbury Park.
- LUND F. H., 1933, *Psychology. An Empirical Study of Behavior*, Ronald Press, New York.
- LUNETTA G., 1984, "Analisi statistica dei dati spaziali", in *Atti SIS, XXXII*, pp. 127-148, Roma.
- MC LUHAN M., FIORE Q., 1967, *The Medium is the Message*, Jerome Agel, Random House, New York.

- McQUAIL D., 1974, *Explaining Audience Behavior: Three Approaches Considered*, in Blumer and Katz (eds.), 1974, pp. 287-301.
- McQUAIL D., 1983, *Mass Communication Theory. An Introduction*, Sage, London; tr. it., 1986, *Le comunicazioni di massa*, il Mulino, Bologna.
- MADGE J., 1962, *The Origins of Scientific Sociology*, Free Press of Glencoe, New York; tr. it., *Lo sviluppo dei metodi di ricerca empirica in sociologia*, il Mulino, Bologna, 2006.
- MAGGI M., 2007, *Rischi ed emergenze tecnologico-ambientali nei mezzi di comunicazione di massa*, in Paone, a c. di, 2007.
- MAGGI M., MUSSAPI R., 1992, "Una scala per il nucleare", in *Sapere*, n. 948, pp. 9-26, Dedalo, Bari.
- MANOVICH L., 2002, *The Language of New Media*, Mit Press, Cambridge; tr. it., *Il linguaggio dei nuovi media*, 2005, Edizioni Olivares, Milano.
- MASCHERONI G., PASQUALI F., 2006, *Breve dizionario dei nuovi media*, Carocci, Roma.
- MARINELLI A., 2004, *Connessioni. Nuovi media, nuove relazioni sociali*, Guerini e Associati, Milano.
- MARTINI A., FALLETTI V., 2005, *La valutazione dei risultati delle campagne di comunicazione sociale: questioni di metodo e studi di casi*, in Cucco, Pagani e Pasquali, a c. di, 2005.
- MAYO E., 1946, *The Human Problems of an Industrial Civilization*, Boston, Harvard Business School; tr. it., *I problemi umani e socio-politici della civiltà industriale*, Torino, Utet, 1969.
- MAZZEI G., 2001, *Notizie radio@attive*, Rai Eri, Roma.
- MEYROWITZ J., 1985, *Non Sense of Place. The Impact of Electronic Media on Social Behavior*, Oxford University Press, New York.
- MICHELI G.A., 2006, *La formazione delle scelte demografiche. Materiali per lo studio dei processi cognitivi e normativi*, Franco Angeli, Milano.
- MICHELI G.A., 2011, *Demografie*, McGraw-Hill Companies, Milano.
- MORCELLINI M., FATELLI G., a c. di, 1994, *Le scienze della comunicazione. Modelli e percorsi disciplinari*, Carocci, Roma.
- MORCELLINI M., SORICE M., a c. di, 1999, *Dizionario della Comunicazione*, Editori Riuniti, Roma.
- NOBILE S., 2008, *La chiusura del cerchio. La costruzione degli indici nella ricerca sociale*, Acireale-Roma, Bonanno.
- NISBETT R., ROSS L., 1980, *Human Inference*, Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey.
- NUSSBAUM M., 2004, *L'intelligenza delle emozioni*, il Mulino, Bologna.
- PACCAGNELLA L., 2004, *Sociologia della comunicazione*, il Mulino, Bologna.
- PETRALLI A., 2003, *Media in scena e nuovi linguaggi. Comunicare nell'epoca del digitale e delle globalizzazioni*, Carocci, Roma.
- POLILLO R., 2004, *Il check-up dei siti web*, Apogeo, Milano.
- POLILLO R., 2006, *Plasmare il web - Roadmap per siti di qualità*, Apogeo, Milano.
- PALUMBO M., a c. di, 2000, *Valutazione 2000. Esperienze e riflessioni*, Milano, Franco Angeli.
- PAONE S., a c. di, 2007, *Alla ricerca della città futura. L'ambiente nella dimensione urbana*, Edizioni ETS, Pisa.
- PAYNE J., BETTMAN J., JOHNSON E., 1992, "Behavioural Decision Research: A Constructive Processing Perspective", in *Annual Review of Psychology*, n. 43, pp. 87-113, Janet T. Spence, University of Texas.

- REGANO A., TRUGLIA F., 2006, "Il passaggio dal maggioritario al proporzionale nelle Italie socio-economiche", in *Sociologia e Ricerca Sociale*, XXVII, 81, Franco Angeli, Milano.
- RIGO R., 2004, *Criteri di valutazione dell'efficacia di interventi formativi*, su [www.univirtual.it](http://www.univirtual.it), Centro Interateneo per la Ricerca Didattica e la Formazione Avanzata.
- RIPLEY B.D., 1981, *Spatial statistics*, Wiley, New York.
- ROSENBERG M., TURNER R., 1981, *Social Psychology. Sociological Perspectives*, Basic Books, New York.
- SCHIZZEROTTO A., 1997, "Perché in Italia ci sono pochi diplomati e laureati? Vincoli strutturali e decisionali razionali degli attori come causa", *Polis*, 11, pp. 345-66, il Mulino, Bologna.
- SIMON H., 1957, *Models of Man*, New York, Wiley.
- SKINNER B.F., 1954, "The Science of Learning and the Art of Teaching", in *Educational Review*, 24 (2), 86-97, Routledge, London.
- SKINNER B.F., 1967, *The Technology of Teaching*, Appleton-Century-Crofts, New York.
- SOLOMON R.L., 1949, "An Extension of Control Group Design", in *Psychological Bulletin*, 46, pp. 137-50, Stephen P. Hinshaw, Berkeley.
- SORICE M., 2000, *Le comunicazioni di massa. Storie, teorie, tecniche*, Editori Riuniti, Roma.
- STAME N., 1990, "Valutazione ex post e conseguenze inattese", in *Sociologia e Ricerca Sociale*, XXXI, 1990, pp. 3-35, Franco Angeli, Milano.
- TICHENOR P., DONOHUE G., OLLEN C., 1970, "Mass Media and Differential Growth in Knowledge", in *Public Opinion Quarterly*, 34, pp. 158-170, University Press, Oxford.
- TOSCHI L., 2003, *Il linguaggio dei nuovi media. Web e multimedia: principi e tecniche delle nuove forme di comunicazione*, Apogeo, Milano.
- TRUGLIA F., 2009, "La città in-visibile. Analisi statistica spaziale degli stranieri nel comune di Roma" in *Sociologia e Ricerca Sociale*, XXIX, 89, Franco Angeli, Milano.
- TRUGLIA F. et al., 2008, *Indagine sulle statistiche relative alla distribuzione territoriale delle imprese italiane*, indagine della Commissione per la garanzia dell'informazione statistica, Presidenza del Consiglio dei ministri, [http://www.palazzochigi.it/Presidenza/statistica/attivita/rapporti/Indagine\\_Statistiche\\_Imprese.pdf](http://www.palazzochigi.it/Presidenza/statistica/attivita/rapporti/Indagine_Statistiche_Imprese.pdf).
- TRUGLIA F., 2006, "La configurazione spaziale del consenso elettorale nel comune di Roma", in *Sociologia e Ricerca Sociale*, XXVII, 81, Franco Angeli, Milano.
- TURKLE S., 1996, *Life on the Screen. Identity in the Age of the Internet*, Simon and Schuster, New York; tr. it., 1997, *La vita sullo schermo. Nuove identità e relazioni sociali nell'epoca di Internet*, Apogeo, Milano.
- TYLER T., 1980, "The Impact of Directly and Indirectly Experienced Events. The Origins of Crime-Related Judgements and Behaviors", in *Journal of Personality and Social Psychology*, n. 39, pp. 13-28, American Psychological Association, Washington.
- TYLER T., COOK F., 1984, "The Mass Media and Judgements of Risk. Distinguishing Impact on Personal and Societal Level Judgements", in *Journal of Personality and Social Psychology*, n. 47, pp. 693-708, American Psychological Association, Washington.

- UPTON G., FINGLETON B., 1985, *Spatial Data Analysis by Example*, Wiley, New York.
- USAI S., 2003, *La Nuova Economia Geografica: note teoriche e risvolti empirici*, Università di Sassari e CRENoS, Sassari.
- VAN DIJK J., 1999, *The Network Society. Social Aspects of New Media*, Sage, London; tr. it., *Sociologia dei nuovi media*, 2002, il Mulino, Bologna.
- VISCIOLA M., 2007, *Usabilità dei siti web*, Apogeo, Milano.
- WAPLES D., BERELSON B., BRADSHAW F., 1940, *What Reading Does People. A Summary of Evidence on the Social Effects of Reading and a Statement of Problems for Research*, University of Chicago Press, Chicago.
- WARTELLA E., WHITNEY C., WINDAHL S., 1983, *Mass Communication Review Yearbook*, vol. 4, Sage, Beverly Hills.
- WOLF M., 1985, *Teorie delle comunicazioni di massa*, Bompiani, Milano.
- WOLF M., 1992, *Gli effetti sociali dei media*, Bompiani, Milano.
- WOLTON D., 1999, *Internet et après? Unethéorie critique des nouveaux médias*, Flammarion, Paris; tr. it., *Internet ... e poi? Teoria critica dei nuovi media*, Dedalo, Bari.
- WRIGHT C.R., 1960, "Functional Analysis and Mass Communication", in *Public Opinion Quarterly*, 24, pp. 605-620, Oxford University Press.
- WRIGHT C.R., 1974, *Functional Analysis and Mass Communication Revisited* in Blumler, Katz (eds.), 1974, pp. 197-212.
- ZANI S., a c. di, 1992, *Contributi alla statistica spaziale*, Franco Angeli, Milano.
- ZANI B., CICOGNANI E., 2000, *Psicologia della salute*, il Mulino, Bologna.



ISBN 978-88-448-0489-3



9 788844 804893

**QUADERNI**

AMBIENTE e SOCIETÀ  
4/2011