



**Cooperativa di Sperimentazione Territoriale per lo
Sviluppo Sostenibile Società Cooperativa Agricola
CEA Panta Rei**

L'educazione Ambientale: verso l'acquisizione di una competenza scientifica funzionale

A cura di Silvia Carletti e Sanni Mezzasoma

PREMESSA

Il presente lavoro è svolto dalla Cooperativa di Sperimentazione Territoriale per lo Sviluppo Sostenibile Società Cooperativa Agricola che nasce dalla fusione di due esperienze che da decenni progettano, realizzano e sviluppano percorsi di educazione ambientale a supporto del sistema scolastico. Le esperienze sono quelle del Centro di Esperienze per l'educazione e la formazione allo Sviluppo Sostenibile Panta Rei attivo da circa 10 anni con attività legate ai temi dello Sviluppo Sostenibile e della Fattoria scuola La Buona Terra che da circa 20 anni lavora sui temi dell'alimentazione, dell'agricoltura biologica, della zootecnia da erba.

Il lavoro è centrato sulla pedagogia del fare, non si sostituisce la scuola nella sua funzione primaria, ma si costruiscono supporti, integrazioni, si determinano occasioni per rendere l'apprendimento legato ancora di più ai territori, all'esperienza quotidiana, al protagonismo dei ragazzi, al loro ritrovare nella pratica del laboratorio gli elementi appresi a scuola. Si cerca, inoltre di motivarli ad apprendere e di portarli a vivere la scuola come luogo in cui le ricche esperienze vissute durante lo svolgimento delle attività trovino sintesi, elementi interpretativi, arricchimenti.

Lo strumento che maggiormente viene utilizzato è il campo scuola, i ragazzi trascorrono un periodo presso le nostre strutture sperimentando processi produttivi reali (caseificazione, olivicoltura, bioedilizia) ed occupandosi della cura stessa delle strutture. Il vivere insieme diventa attività e si completa con laboratori specifici concordati con gli insegnanti per disegnare progetti che hanno nel lavoro in classe una continuazione che concretizza percorsi multidisciplinari di costruzione di saperi, competenze, relazioni (fra individui e fra individui e territori).

In questo contesto i percorsi di ricerca-azione e di ricerca classica, in direzione di un miglioramento della progettazione delle attività, ma anche in direzione di una evidenza dell'efficacia delle attività svolte sono fondamentali. Con questo lavoro si indaga e si prova a dimostrare come i metodi connaturati alla pratica dell'educazione ambientale, nello specifico l'attenzione ai gesti quotidiani e la pedagogia del fare, possano essere efficaci nella costruzione del sapere scientifico, nella costruzione di conoscenze. Sappiamo che possiamo produrre idee e progetti per supportare la scuola in un processo di innovazione che la renda più efficace nella educazione scientifica della nuove generazioni.

Importante dal punto di vista finanziario il contributo della Regione Umbria e dal punto di vista delle idee quello della Dott.ssa Silvia Carletti che ha condotto e realizzato la ricerca.

Ringraziamo per le competenze messe a disposizione e per l'attenzione riservatoci la Dott.ssa Michela Mayer ricercatrice dell'EX-INVALSI, il Dott. Flavio Travasso ricercatore del Dipartimento di fisica dell'Università degli Studi di Perugia ed il Prof. Antonio Forcina del Dipartimento di Economia, Finanza e Statistica dell'Università degli Studi di Perugia.

Dino Mengucci
Presidente della Cooperativa di Sperimentazione Territoriale
per lo Sviluppo Sostenibile Società Cooperativa Agricola

INDICE

1. Introduzione	Pag. 3
2. Scopo del lavoro	Pag. 4
3. Descrizioni delle fasi progettuali	Pag. 4
3.1 I fase anno scolastico 2006/2007	Pag. 4
3.2 II fase anno scolastico 2007/2008	Pag. 5
4. Strumenti di indagine	Pag. 7
4.1 Test per la scelta delle classi.....	Pag. 7
4.2 Test per la valutazione dell'efficacia dell'educazione ambientale sull'apprendimento scientifico funzionale	Pag. 7
5. Elaborazioni e risultati	Pag. 10
5.1 Scelta delle coppie di classi.....	Pag. 10
5.2 Validazione dei test per la valutazione dell'efficacia sull'apprendimento scientifico funzionale	Pag. 17
5.3 la valutazione dell'efficacia sull'apprendimento scientifico funzionale.....	Pag. 26
6. Conclusioni e sviluppi futuri	Pag. 31
Note	Pag. 33
Bibliografia	Pag. 33
Appendice 1 : Un esempio di prova	Pag. 36

1. INTRODUZIONE

Non solo in Italia, ma in tutta Europa e negli Stati Uniti c'è un progressivo calo di iscrizioni alle facoltà scientifiche. Ci si interroga su come tradurre in percorsi e strategie didattiche efficaci gli stimoli provenienti dalle nuove visioni delle scienze consolidate negli ultimi decenni.

Un paradigma trasversale del metodo scientifico in cui gli insegnanti si riconoscono è l'approccio sperimentale fondato sul dubbio e teso a riscontrare la congruità degli assunti attraverso prove e verifiche, in un'ottica che privilegia una didattica esplorativa interrogativa e partecipata.

Come definito nel progetto PISA (*Programme for International Student Assessment*), un'indagine internazionale volta ad indagare il livello di competenza degli studenti che escono dalla scuola dell'obbligo, per competenza scientifica non si intende soltanto il possesso di specifiche conoscenze, ma anche la capacità di utilizzarle in modo funzionale in contesti di vita reale. Il concetto è quello di "scientific literacy", "competenza scientifica funzionale". Secondo tale indagine gli studenti italiani hanno dimostrato una competenza scientifica inferiore alla media OCSE (*Organizzazione per la Cooperazione e lo Sviluppo Economico*) ente promotore del progetto PISA.

Secondo Michela Mayer, coordinatrice dell'indagine, "Non si tratta di mancanza di conoscenze di base o di mancanza di abitudine ai test (nelle risposte a scelta multipla le medie si avvicinano a quelle internazionali), ma di difficoltà ad applicare le conoscenze scientifiche a situazioni concrete, unite alla mancanza di abitudine ad esprimere ed argomentare la propria opinione utilizzando concetti e processi scientifici". In questo senso in ambito scolastico è decisivo porre gli studenti a contatto con problemi di realtà che favoriscano il confronto con l'incertezza e la complessità, dimensioni tipiche dell'educazione ambientale. L'obiettivo prioritario non è solo l'acquisizione di conoscenze ma anche la capacità di costruire un sapere in grado di far interagire il soggetto con il proprio ambiente.

Nell'ultimo decennio l'educazione ambientale è risultata uno strumento particolarmente interessante e anticipatore di molte tecniche e metodologie per l'orientamento alla forma mentis scientifica. La legge di riforma n° 53/2003 ed il decreto attuativo 59/2004 individuano tra i saperi irrinunciabili per la scuola primaria e secondaria di primo grado le conoscenze fondamentali relative all'educazione ambientale, nell'ottica di una formazione integrata capace di collegare la dimensione disciplinare a quella più propriamente civile.

In Umbria sono attivi, due laboratori territoriali e 23 CEA (Centri di Educazione Ambientale) che costituiscono una Rete Regionale dell'Educazione Ambientale coordinata dal CRIDEA (Centro Regionale per l'Informazione, la Documentazione e l'Educazione Ambientale) e che operano con progetti rivolti alle scuole di ogni ordine e grado. Ciononostante l'educazione ambientale continua a configurarsi come una "disciplina aggiunta" e come tale non esprime completamente le sue potenzialità.

Il presente lavoro si è proposto di dare all'educazione ambientale un ruolo centrale nell'insegnamento delle scienze proponendo di affiancare l'educatore ambientale all'insegnante con incontri distribuiti nel corso dell'intero anno scolastico ed inerenti la globalità del progetto formativo. Chiaramente non si intende in alcun modo sostituire il ruolo dell'insegnante bensì saggiare una nuova forma di collaborazione tra i CEA (Centri di Educazione Ambientale) e le scuole che offra ai ragazzi la possibilità di usufruire dell'educazione ambientale con maggiore continuità formativa.

2. SCOPO DEL LAVORO

Il presente progetto di ricerca si propone, quindi, di sperimentare l'utilizzo dell'Educazione Ambientale come supporto continuativo all'insegnamento delle scienze e di valutarne l'efficacia nel miglioramento e potenziamento delle competenze scientifiche dei ragazzi.

Esistono diverse ricerche tese a valutare quale sia l'effetto delle esperienze di Educazione Ambientale sulla qualità degli atteggiamenti degli studenti verso l'ambiente, la peculiarità di tale ricerca è proprio quella di valutare, non tanto le modifiche degli atteggiamenti verso l'ambiente, ma quello di verificare se l'Educazione Ambientale possa aiutare a migliorare la capacità di acquisire concetti scientifici e, soprattutto, la capacità di utilizzare tali conoscenze applicandole a situazioni reali.

Un obiettivo secondario, ma, per questo non meno importante, è il ravvivarsi dell'interesse da parte degli studenti per i contenuti scientifici, troppo spesso ritenuti più complessi che appassionanti.

A tale fine, nella ricerca, è previsto l'utilizzo di classi campione, in cui l'educatore ambientale ha affiancato l'insegnante durante tutto dell'anno scolastico e corrispondenti classi controllo che hanno svolto la tradizionale attività didattica.

3. DESCRIZIONI DELLE FASI PROGETTUALI

3.1 I fase anno scolastico 2006/2007

Una prima fase ha previsto la scelta delle classi idonee a partecipare alla sperimentazione. Per far ciò sono stati contattati i Dirigenti Didattici del 3° e 8° circolo, il Preside della scuola media Ugo Foscolo di Perugia e Ponte Valleceppi ed il Preside dell'istituto comprensivo Dalmazio Birago di Passignano sul Trasimeno.

E' stato presentato loro il progetto chiedendo di individuare tra le scuole dirette quelle più idonee che potessero essere interessate a partecipare alle attività previste.

Il risultato degli incontri con i Dirigenti Didattici e con i Presidi è stato l'individuazione delle seguenti scuole: Scuola Elementare Giovanni Cena di Perugia, Scuola Elementare di Villa Pitignano, Scuola Media Ugo Foscolo, sia la sede centrale di Perugia che la sezione distaccata di Ponte Valleceppi e Istituto Comprensivo Dalmazio Birago, sede di Passignano sul Trasimeno.

Partecipando ai collegi dei docenti di tali scuole si è presentato il progetto agli insegnanti di matematica e scienze delle terze e quarte elementari e delle prime e seconde medie, pensando poi di svolgere il lavoro l'anno successivo con classi quarte e quinte per le elementari e seconde e terze per le medie, a questo punto insegnanti hanno potuto valutare se partecipare.

A tutte le classi dei docenti interessati è stato somministrato un test, differenziato per fascia di età, realizzato con lo scopo di valutare le conoscenze scientifiche di partenza delle classi.

L'elaborazione dei risultati di tali test ha permesso di selezionare coppie di classi "omogenee" per conoscenze scientifiche di partenza. All'interno di queste coppie una classe, chiamata campione, ha svolto durante l'anno scolastico successivo un progetto di Educazione Ambientale che prevedeva il coinvolgimento dell'educatore ambientale nell'arco di tutto l'anno, e l'altra, chiamata controllo, che ha svolto le tradizionali attività didattiche. Ad entrambe le classi durante e alla fine delle attività sono state somministrate parti di un test strutturato per valutazione le competenze scientifiche funzionali.

In questa fase la difficoltà è stata quella di far accettare alle classi scelte come controllo che avrebbero dovuto dedicare del tempo durante l'orario scolastico per la somministrazione del test senza partecipare alle attività di Educazione Ambientale previste invece per le classi campione.

Scelte le classi che partecipassero alla sperimentazione è stato necessario programmare le attività di Educazione Ambientale da proporre alle classi campione.

La programmazione è avvenuta mediante incontri con gli insegnanti in cui, a partire dal programma di scienze previsto per l'anno scolastico successivo (A.S. 2007/2008), si sono messi in evidenza gli argomenti comuni alle coppie di classi e quindi si è discusso sui contenuti, i tempi e le modalità delle attività da svolgere.

3.2 II fase anno scolastico 2007/2008

Nell'anno scolastico 2007/2008 nelle classi campione sono iniziate le attività di educazione ambientale concordate con gli insegnanti.

Alle elementari sono stati svolti incontri mensili da due ore per tutto l'anno scolastico a partire dal mese di ottobre, alle medie sono state effettuate 15 ore di attività distribuite durante l'arco dell'anno per la seconda media, concentrate invece nel secondo quadrimestre per la terza media.

Per quanto riguarda le medie si sono riscontrate alcune difficoltà nel programmare soprattutto in termini di orari e di spazi le attività da svolgere; tali difficoltà sono dovute probabilmente alla maggiore rigidità dei programmi e degli orari scolastici rispetto alle elementari.

Per tutte le attività si è seguita una metodologia ben precisa che prevede le seguenti fasi:

- la discussione sul problema da affrontare;
- l'osservazione come strumento privilegiato di indagine;
- l'utilizzazione di strumenti specifici (Foto 1);
- la rielaborazione di quanto osservato;
- la produzione di materiali relativi al problema analizzato (Foto 2).

Per ogni argomento trattato sono state coinvolte:

La sfera cognitiva trasmettendo elementi per capire, interpretare e leggere i processi e gli elementi che costituiscono l'ambiente appoggiandosi su una solida base scientifica e fornendo elementi che permettano di leggere le relazioni fra le varie componenti ambientali, di interpretare gli eventi, di fare deduzioni sulla base di esperienze, rielaborando e riflettendo.

La sfera affettiva cercando di ricostruire un legame affettivo legato all'esplorazione, all'immaginazione, stimolando la curiosità, toccando, odorando, ascoltando, entrando quindi in contatto fisico e sensoriale con l'ambiente.

La sfera civica cercando di ricollegare le proprie azioni alle possibili conseguenze delle stesse, e spostando lo sguardo dalla sfera individuale a quella collettiva, dal "qui e ora" al futuro.

La sfera ludica cercando di non trascurare il piacere del gioco, facilitando l'apprendimento e la socializzazione.



Foto 1 – Utilizzo del reticolo di rilevamento della biodiversità lichenica durante un'indagine della qualità dell'aria intorno alla scuola.



Foto 2 – Autocostruzione di un pannello solare.

Durante l'anno scolastico a tutte le classi coinvolte (classi campione e classi controllo) sono state somministrate le due parti del test.

Di seguito il calendario delle somministrazioni.

Fascia di età	1° parte	2° parte
IV elementari	gennaio	Maggio
V elementari	gennaio	Maggio
II medie	gennaio	Maggio
III medie	aprile	Maggio

Per garantire una standardizzazione delle procedure, la somministrazione è stata effettuata in tutte le classi dalla stessa persona, in modo da mantenere sicuramente le stesse modalità (materiali, limiti di tempo, frasi da utilizzare per le spiegazioni richieste), inoltre in tal modo si è potuto controllare il rispetto dei tempi di durata.

Vista la necessità di abbinare le due parti del test compilate dallo stesso studente, pur essendo anonime, è stato estratto un codice per ogni studente che lo stesso ha riportato sia sulla prima che sulla seconda parte del test compilate.

Per evitare diverse valutazioni, la correzione dei test, è stata svolta sempre dalla stessa persona.

4. STRUMENTI DI INDAGINE

4.1 Test per la scelta delle classi

Sono stati preparati due test, uno per le elementari ed uno per le medie costituiti da domande nozionistiche inerenti il programma di scienze.

I test, anonimi, dal momento che la valutazione era rivolta alla classe e non al singolo alunno, contengono domande a risposta multipla con tre possibilità di risposta di cui una sola vera. Per le elementari il test è costituito da 30 domande per le medie da 40.

4.2 Test per la valutazione dell'efficacia dell'educazione ambientale rispetto all'apprendimento scientifico funzionale

Il test per la valutazione dell'efficacia dell'educazione ambientale rispetto all'apprendimento scientifico funzionale è costituito da varie prove composte da più domande (items), tali items sono di varie tipologie: a risposta multipla, vero/falso, risposte aperte (vedi appendice).

Per la costruzione delle prove la prima cosa è stata la definizione degli argomenti su cui dovessero verte.

Sulla base dei programmi ministeriali e sui programmi svolti dalle insegnanti, gli argomenti individuati sono stati i seguenti:

l'ecosistema;

l'inquinamento;

l'energia;

l'acqua;

le piante e gli animali.

Una volta definiti gli argomenti è stato necessario definire anche i processi cognitivi a questi connessi.

Sono state individuate tre categorie:

- *dimostrare comprensione*, in primo luogo del testo attraverso il quale la situazione reale o la problematica è presentata, e dei termini in esso utilizzati, ma anche dei concetti in esso trattati;

- *interpretare*, in cui son stati raggruppati tutti processi relativi all'analisi, alla valutazione delle informazioni e l'applicazione alla realtà delle conoscenze teoriche con conseguente capacità di costruire scenari futuri e di proporre previsioni fondate; -

- *valutare e motivare*, che riguarda i processi relativi necessari per l'assunzione di decisioni, o di posizioni personali, anche in condizioni di incertezza o di non completa definizione del problema, e la capacità di motivare le proprie scelte, opinioni o decisioni.

In Tabella 1 è riportata la griglia di classificazione di tutti gli item proposti.

ARGOMENTI			
Ecosistema			
Inquinamento			
Piante e animali			
Energia			
Acqua			
PROCESSI COGNITIVI	Comprensione	Interpretazione	Valutazione e motivazione

Tabella 1 - Griglia di classificazione degli item

Pur avendo scelto preventivamente classi con competenze scientifiche simili per essere ancora più sicuri di evitare il problema di non poter contare su un curriculum comune (Es. attività di educazione ambientale precedentemente svolte) tutte le prove sono state costruite scegliendo un testo, spesso tratto da giornali o da libri divulgativi che precede la prova, tale testo contestualizza il problema e fornisce alcune informazioni sull'argomento, per poter rispondere correttamente è necessario mettere assieme le informazioni fornite dal testo con quelle previste dal curriculum di base e utilizzare buon senso e spirito critico. Una parte delle prove sono state costruite *ad hoc* per il progetto le restanti provengono dal progetto ICAM – indagine nazionale per la valutazione delle competenze ambientali - proposto dall'INVALSI (2000) che gentilmente le ha messe a disposizione.

Per avere la possibilità di comparare i risultati di diversi livelli scolari (elementari e medie), si è deciso di inserire delle prove "ponte", che rimanessero sostanzialmente le stesse passando da un livello all'altro, come si può osservare nella Tabella 2, dove sono indicati i titoli di tutte le prove.

CODICE	LIVELLO DI SCUOLA →	4 ELEMENTARE	5 ELEMENTARE	2 MEDIA	3 MEDIA
	Elenco delle prove				
H	Prato				
A	Alberi e bosco				
C	Chi mangia chi?				
I	L'acqua e la vita	●	●	●	●
L	Scuola	●	●	●	●
P	Energia		●	●	●
O	Prati				
N	Rete alimentare				
E	Limuli				
V	Licheni				
F	Biodiversità				
D	Calore in città				

Tabella 2 – Elenco delle prove per livelli scolari. Sulle prove previste per più di un livello scolastico è presente un "ponte" rappresentato da un tratto orizzontale in grassetto

In Tabella 3 è presentata la ripartizione degli items per ogni livello scolastico, suddivise per argomenti e per processi cognitivi.

LIVELLI SCOLASTICI	ARGOMENTI	PROCESSI COGNITIVI OSSERVABILI		
		DIMOSTRARE COMPRESIONE	INTERPRETARE	VALUTARE E MOTIVARE
IV ELEMENTARE	ECOSISTEMA	2	7	3 (1)
	INQUINAMENTO	3	1	1 (1)
	PIANTE ED ANIMALI	3	3 (1)	1
	ENERGIA	2	1	2 (2)
	ACQUA	3	1	2
V ELEMENTARE	ECOSISTEMA	2	7	3 (1)
	INQUINAMENTO	3	2 (1)	1 (1)
	PIANTE ED ANIMALI	3	3 (1)	1
	ENERGIA	4	3 (1)	2 (2)
	ACQUA	3	1	2
II MEDIA	ECOSISTEMA	3	1	1
	INQUINAMENTO	4	3 (1)	2 (2)
	PIANTE ED ANIMALI	4	5	3
	ENERGIA	4	3 (1)	2 (2)
	ACQUA	3	1	2
III MEDIA	ECOSISTEMA	3	1	1
	INQUINAMENTO	4	4 (1)	5 (3)
	PIANTE ED ANIMALI	4	5	3
	ENERGIA	4	4 (1)	2 (2)
	ACQUA	3	1	2

Tabella 3 - Ripartizione delle domande per argomenti e per processi. (I numeri fra parentesi indicano le domande a risposta aperta)

Complessivamente nelle sue somministrazioni sono state sottoposte agli studenti di quarta elementare 5 prove per un totale di 35 items, agli studenti di quinta elementare 6 prove per un totale di 40 items, agli studenti di seconda media 8 prove per un totale di 43 items ed agli studenti di terza media 9 prove per un totale di 48 items.

5. ELABORAZIONI E RISULTATI

5.1 Scelta delle coppie di classi

I test per la scelta delle classi sono stati proposti a 30 classi così ripartite 7 terze elementari, 7 quarte elementari, 9 prime medie e 7 seconde medie, per un totale di 557 alunni.

La correzione di tali test è consistita nel attribuire un punto per ogni risposta esatta data e zero per quelle sbagliate considerando sbagliate anche quelle non date.

Avendo un punteggio totale per ogni test si è proceduto ordinando i dati mediante statistica descrittiva (Tabelle 4, 5, 6, 7).

	Numero alunni	Media	Errore standard	Deviazione standard	Minimo	Massimo
III A Villa Pitignano	15	22,67	0,747	2,895	18	27
III B Villa Pitignano	16	19,81	0,621	2,482	17	24
III C G. Cena	19	23,63	0,525	2,290	18	26
III D G. Cena	19	17,32	0,602	2,626	12	22
III A G. Cena	15	25,67	0,475	1,839	23	29
III A Passignano	23	19,74	0,747	3,583	14	27
III B Passignano	20	18,90	1,194	5,340	9	25
Totale	195	20,16	0,315	4,405	5	29

Tabella 4 - statistica descrittiva per le classi di terza elementare

	Numero alunni	Media	Errore standard	Deviazione standard	Minimo	Massimo
IV C G. Cena	22	22,09	0,873	4,093	14	29
IV B G. Cena	11	27,36	0,310	1,027	26	29
IV A G. Cena	11	23,00	0,842	2,793	18	27
IV A Villa Pitignano	15	22,67	0,979	3,792	16	27
IV B Villa Pitignano	13	25,38	0,646	2,329	22	28
IV A Passignano	21	18,48	1,061	4,864	10	25
IV B Passignano	18	16,94	0,998	4,235	12	27
Totale	161	21,98	0,371	4,705	10	29

Tabella 5 - statistica descrittiva per le classi di quarta elementare

	Numero alunni	Media	Errore standard	Deviazione standard	Minimo	Massimo
I A Ugo Foscolo	18	21,56	1,324	5,617	13	30
I C Ugo Foscolo	18	25,33	1,273	5,402	13	32
I D Ugo Foscolo	16	25,06	1,074	4,297	18	32
I C Ugo Foscolo (PVC)	20	24,60	0,686	3,068	20	29
I B Ugo Foscolo	21	24,90	0,978	4,482	16	31
I B Ugo Foscolo (PVC)	16	22,06	2,290	9,161	7	34
I A Ugo Foscolo (PVC)	19	20,42	0,906	3,948	13	27
I A Passignano	16	22,75	1,392	5,568	13	33
I B Passignano	17	22,94	1,552	6,398	9	35
Totale	161	23,32	0,441	5,593	7	35

Tabella 6 - statistica descrittiva per le classi di prima media

	Numero alunni	Media	Errore standard	Deviazione standard	Minimo	Massimo
II A Ugo Foscolo (PVC)	21	24,52	5,183	1,131	15	32
II C Ugo Foscolo (PVC)	22	25,50	4,808	1,025	16	34
II C Ugo Foscolo	25	24,04	4,668	0,934	15	34
II B Ugo Foscolo	25	30,96	2,226	0,445	25	34
II A Ugo Foscolo	22	31,86	4,931	1,051	16	38
II D Ugo Foscolo	26	23,54	6,924	1,358	11	35
II B Ugo Foscolo (PVC)	17	28,59	5,112	1,240	18	36
Totale	158	26,90	5,894	0,469	11	38

Tabella 7 - statistica descrittiva per le classi di seconda media

Quindi, per ogni anno di corso, la media di risposte esatte di ogni classe è stata sottoposta ad analisi della varianza (ANOVA¹).

Dall'analisi della varianza (ANOVA¹) applicata per confrontare le conoscenze scientifiche di partenza delle classi risulta che non esistono differenze significative tra le classi di prima media (F=1,903, p=0,063) mentre sono altamente significative le differenze tra le classi di seconda media (F=11,034, p=0,000) e di terza e quarta elementare (rispettivamente (F=11,034, p=0,000; F=13,487, p=0,000) (Tabella 8).

ANOVA	F	p
III elementari	11,034	0,000(*)
IV elementari	13,487	0,000(*)
I medie	1,903	0,063
II medie	11,034	0,000(*)

Tabella 8 - Risultati dell'analisi della varianza (ANOVA¹).

(*) = le differenze sono significative

Ciò potrebbe significare che per seconde medie e per terze e quarte elementari tutte le possibili combinazioni di coppie di classi sono differenti l'una dall'altra oppure che solo alcune sono differenti dalle altre; per evidenziare questo si è applicato come confronto multiplo a posteriori (post hoc comparison) il test Least Significant Difference (LSD di Fisher²). Il risultato del test mette in evidenza come solo alcune coppie di classi non presentano differenze significative.

Come si evince dalle Tabelle 9, 10 e 11, le classi che non presentano differenze significative e che quindi potrebbero partecipare alle sperimentazione sono:

Per le terze elementari:

3 A della scuola di Villa Pitignano - 3 C della scuola Giovanni Cena

3 B della scuola di Villa Pitignano - 3 D della scuola Giovanni Cena

3 B della scuola di Villa Pitignano - 3 A dell'ist. comprensivo Dalmazio Birago

3 B della scuola di Villa Pitignano - 3 B dell'ist. comprensivo Dalmazio Birago

3 C della scuola Giovanni Cena – 3 A della scuola Giovanni Cena

3 D della scuola Giovanni Cena – 3 B dell'ist. comprensivo Dalmazio Birago

3 D della scuola Giovanni Cena – 3 A dell'ist. comprensivo Dalmazio Birago

3 A dell'ist. comprensivo Dalmazio Birago - 3 B dell'ist. comprensivo Dalmazio Birago

Per le quarte elementari:

4 C della scuola Giovanni Cena – 4 A della scuola Giovanni Cena

4 C della scuola Giovanni Cena - 4 A della scuola di Villa Pitignano

4 B della scuola Giovanni Cena – 4 B della scuola di Villa Pitignano

4 A della scuola Giovanni Cena – 4 A della scuola di Villa Pitignano

4 A della scuola Giovanni Cena – 4 B della scuola di Villa Pitignano

4 A della scuola di Villa Pitignano – 4 B della scuola di Villa Pitignano

4 A dell'ist. comprensivo Dalmazio Birago - 4 B dell'ist. comprensivo Dalmazio Birago

Per le prime medie, come precedente detto, l'analisi della varianza (ANOVA¹) non mette in evidenza differenze significative, quindi tutte le possibili coppie potrebbero andare bene per la sperimentazione.

Per le seconde medie:

2 A Ugo Foscolo (Pontevalleceppi) - 2 C Ugo Foscolo (Pontevalleceppi)

2 A Ugo Foscolo (Pontevalleceppi) – 2 C Ugo Foscolo

2 A Ugo Foscolo (Pontevalleceppi) – 2 D Ugo Foscolo

2 C Ugo Foscolo (Pontevalleceppi) - 2 C Ugo Foscolo

2 C Ugo Foscolo (Pontevalleceppi) - 2 D Ugo Foscolo

2 C Ugo Foscolo (Pontevalleceppi) - 2 B Ugo Foscolo (Pontevalleceppi)

2 C Ugo Foscolo - 2 D Ugo Foscolo 2 B Ugo Foscolo - 2 A Ugo Foscolo

2 B Ugo Foscolo - 2 B Ugo Foscolo (Pontevalleceppi)

Il numero di coppie in cui non risultano differenze significative è stato ridotto considerando quelle simili per numero di alunni, si sono scartate le coppie che presentano un numero di alunni che differisce per più di quattro unità.

Le coppie rimaste sono:

per le terze elementari

3 A della scuola di Villa Pitignano - 3 C della scuola Giovanni Cena

3 B della scuola di Villa Pitignano - 3 D della scuola Giovanni Cena

3 C della scuola Giovanni Cena – 3 A della scuola Giovanni Cena

3 D della scuola Giovanni Cena – 3 B dell'ist. comprensivo Dalmazio Birago

3 D della scuola Giovanni Cena – 3 A dell'ist. comprensivo Dalmazio Birago

3 A dell'ist. comprensivo Dalmazio Birago - 3 B dell'ist. comprensivo Dalmazio

per le quarte elementari

4 B della scuola Giovanni Cena – 4 B della scuola di Villa Pitignano

4 A della scuola Giovanni Cena – 4 A della scuola di Villa Pitignano

4 A della scuola Giovanni Cena – 4 B della scuola di Villa Pitignano

4 A della scuola di Villa Pitignano – 4 B della scuola di Villa Pitignano

4 A dell'ist. comprensivo Dalmazio Birago - 4 B dell'ist. Comprensivo

per le prime medie

- 1 A Ugo Foscolo – 1C Ugo Foscolo
- 1 A Ugo Foscolo – 1 D Ugo Foscolo
- 1 A Ugo Foscolo – 1 C Ugo Foscolo (Pontevalleceppi)
- 1 A Ugo Foscolo – 1 B Ugo Foscolo (Pontevalleceppi)
- 1 A Ugo Foscolo – 1 B Ugo Foscolo
- 1 C Ugo Foscolo - 1D Ugo Foscolo
- 1 C Ugo Foscolo – 1 C Ugo Foscolo (Pontevalleceppi)
- 1 C Ugo Foscolo – 1 B Ugo Foscolo (Pontevalleceppi)
- 1 C Ugo Foscolo – 1 B Ugo Foscolo
- 1 D Ugo Foscolo – 1 C Ugo Foscolo (Pontevalleceppi)
- 1 D Ugo Foscolo – 1 B Ugo Foscolo
- 1 C Ugo Foscolo (Pontevalleceppi) – 1 B Ugo Foscolo (Pontevalleceppi)
- 1 C Ugo Foscolo (Pontevalleceppi) - 1 B Ugo Foscolo

per le seconde medie

- 2 A Ugo Foscolo (Pontevalleceppi) - 2 C Ugo Foscolo (Pontevalleceppi)
- 2 A Ugo Foscolo (Pontevalleceppi) – 2 C Ugo Foscolo
- 2 A Ugo Foscolo (Pontevalleceppi) – 2 D Ugo Foscolo
- 2 C Ugo Foscolo (Pontevalleceppi) - 2 C Ugo Foscolo
- 2 C Ugo Foscolo (Pontevalleceppi) - 2 D Ugo Foscolo
- 2 C Ugo Foscolo - 2 D Ugo Foscolo
- 2 B Ugo Foscolo - 2 A Ugo Foscolo
- 2 B Ugo Foscolo - 2 B Ugo Foscolo (Pontevalleceppi)

Tra queste, che risultano, tutte allo stesso modo, idonee alla sperimentazione, sono state scelte due coppie di terza e due di quarta per le elementari, una di prima e una di seconda per le medie, sulla base della disponibilità degli insegnanti.

Di seguito le coppie di classi scelte con l'indicazione del ruolo svolto durante la sperimentazione (campione o controllo).

Coppie di classi	
Classi campione	Classi controllo
III A Villa Pitignano	III C G. Cena
III B Villa Pitignano	III D G. Cena
IV B Villa Pitignano	IV B G. Cena
IV A Villa Pitignano	IV A G. Cena
I D Ugo Foscolo	I C Ugo Foscolo
II B Ugo Foscolo	II A Ugo Foscolo

Classe da confrontare	Classi restanti	Errore standard	P
1	2	1,311	0,016(*)
	3	1,260	0,617
	4	1,260	0,008(*)
	5	1,332	0,047(*)
	6	1,210	0,008(*)
	7	1,246	0,001(*)
2	1	1,311	0,016(*)
	3	1,237	0,002(*)
	4	1,237	0,884
	5	1,311	0,000(*)
	6	1,187	0,951
	7	1,223	0,457
3	1	1,260	0,617
	2	1,237	0,002(*)
	4	1,183	0,001(*)
	5	1,260	0,108
	6	1,131	0,001(*)
	7	1,168	0,000(*)
4	1	1,260	0,008(*)
	2	1,237	0,884
	3	1,183	0,001(*)
	5	1,260	0,000(*)
	6	1,131	0,924
	7	1,168	0,532
5	1	1,332	0,047(*)
	2	1,311	0,000(*)
	3	1,260	0,108
	4	1,260	0,000(*)
	6	1,210	0,000(*)
	7	1,246	0,000(*)
6	1	1,210	0,008(*)
	2	1,187	0,951
	3	1,131	0,001(*)
	4	1,131	0,924
	5	1,210	0,000(*)
	7	1,115	0,453
7	1	1,246	0,001(*)
	2	1,223	0,457
	3	1,168	0,000(*)
	4	1,168	0,532
	5	1,246	0,000(*)
	6	1,115	0,453

Tabella 9 - risultati dell' LSD di Fisher² per le classi terze elementari. (*) = le differenze sono significative
 Codici delle scuole: 1=Villa Pitignano 3 A, 2=Villa Pitignano 3 B, 3 = Giovanni Cena 3C, 4 = Giovanni Cena 3D, 5 = Giovanni Cena 3 A, 6 = Passignano 3 A, 7 = Passignano 3 B.

Classe da confrontare	Classi restanti	Errore standard	P
1	2	1,363	0,000(*)
	3	1,363	0,506
	4	1,236	0,642
	5	1,291	0,012(*)
	6	1,126	0,002(*)
	7	1,173	0,000(*)
2	1	1,363	0,000(*)
	3	1,574	0,006(*)
	4	1,465	0,002(*)
	5	1,512	0,193
	6	1,374	0,000(*)
	7	1,413	0,000(*)
3	1	1,363	0,506
	2	1,574	0,006(*)
	4	1,465	0,820
	5	1,512	0,117
	6	1,374	0,001(*)
	7	1,413	0,000(*)
4	1	1,236	0,642
	2	1,465	0,002(*)
	3	1,465	0,820
	5	1,399	0,054
	6	1,248	0,001(*)
	7	1,291	0,000(*)
5	1	1,291	0,012(*)
	2	1,512	0,193
	3	1,512	0,117
	4	1,399	0,054
	6	1,303	0,000(*)
	7	1,344	0,000(*)
6	1	1,126	0,002(*)
	2	1,374	0,000(*)
	3	1,374	0,001(*)
	4	1,248	0,001(*)
	5	1,303	0,000(*)
	7	1,186	0,198
7	1	1,173	0,000(*)
	2	1,413	0,000(*)
	3	1,413	0,000(*)
	4	1,291	0,000(*)
	5	1,344	0,000(*)
	6	1,186	0,198

Tabella 10 - risultati dell' LSD di Fisher² per le classi quarte elementari. (*) = le differenze sono significative
 Codici delle scuole: 1 = Giovanni Cena 4 C, 2 = Giovanni Cena 4 B, 3 = Giovanni Cena 4 A, 4 = Villa Pitignano 4 A, 5 = Villa Pitignano 4 B, 6 = Passignano 4 A, 7 = Passignano 4 B.

Classe da confrontare	Classi restanti	Errore standard	P
1	2	1,529	0,524
	3	1,483	0,745
	4	1,483	0,000(*)
	5	1,529	0,000(*)
	6	1,470	0,504
	7	1,635	0,014(*)
2	1	1,529	0,524
	3	1,465	0,321
	4	1,465	0,000(*)
	5	1,511	0,000(*)
	6	1,452	0,179
	7	1,618	0,058
3	1	1,483	0,745
	2	1,465	0,321
	4	1,417	0,000(*)
	5	1,465	0,000(*)
	6	1,404	0,721
	7	1,575	0,004(*)
4	1	1,483	0,000(*)
	2	1,465	0,000(*)
	3	1,417	0,000(*)
	5	1,465	0,538
	6	1,404	0,000(*)
	7	1,575	0,134
5	1	1,529	0,000(*)
	2	1,511	0,000(*)
	3	1,465	0,000(*)
	4	1,465	0,538
	6	1,452	0,000(*)
	7	1,618	0,045(*)
6	1	1,470	0,504
	2	1,452	0,179
	3	1,404	0,721
	4	1,404	0,000(*)
	5	1,452	0,000(*)
	7	1,563	0,002(*)
7	1	1,635	0,014(*)
	2	1,618	0,058
	3	1,575	0,004(*)
	4	1,575	0,134
	5	1,618	0,045(*)
	6	1,563	0,002(*)

Tabella 11 - risultati dell' LSD di Fisher² per le classi seconde medie. (*) = le differenze sono significative
 Codici delle scuole: 1 = Ugo Foscolo 2 A Pontevalleceppi, 2 = Ugo Foscolo 2 C Pontevalleceppi, 3 = Ugo
 foscolo 2 C, 4 = Ugo Foscolo 2 B, 5 = Ugo Foscolo 2 A, 6 = Ugo Foscolo 2 D, 7 = Ugo Foscolo 2 B
 Pontevalleceppi.

5.2 Validazione dei test per la valutazione dell'efficacia in termini di apprendimento scientifico funzionale

Il test per la valutazione dell'efficacia dell'educazione ambientale rispetto all'apprendimento scientifico funzionale è stato somministrato alle coppie di classi scelte per la sperimentazione per un totale di 197 alunni così divisi: 69 di quarta elementare, 43 di quinta elementare, 36 di seconda media e 49 di terza media.

Le parti del test somministrate durante ed alla fine delle attività di Educazione Ambientale sono state corrette attribuendo agli items a risposta multipla, che prevedono una sola risposta giusta e che hanno lo stesso numero di alternative, 1 punto alla risposta corretta e 0 punti sia alla risposta sbagliata che a quella non data; per le domande vero/falso, che prevedono nello stesso item più di due risposte, sono stati attribuiti 2 punti se tutte le risposte sono corrette, 1 punto se più della metà sono corrette e 0 punti se meno della metà sono corrette; per le risposte aperte viene dato 1 punto per le corrette e 0 per le sbagliate o non date, per alcune domande sono stati previsti due gradi di correttezza in questo caso 2 punti per la risposta totalmente corretta ed 1 punto per quella parzialmente corretta.

La validazione del test è consistita nel cercare di selezionare gli items più efficaci, quindi per ogni fascia di età e per ogni item è stata calcolata:

- la percentuale di risposta corretta parzialmente corretta ed errata.
- la facilità dell'item; le domande per essere efficaci non devono essere né troppo difficili né troppo facili. Il rapporto tra i soggetti che superano la prova ed il totale dei soggetti permette di calcolare il coefficiente di facilità.

Questo ha permesso di eliminare dalle successive elaborazioni gli items troppo difficili e quelli troppo facili, sono stati considerati accettabili quelli che presentavano valori compresi tra 0,15 e 0,85.

- la capacità di discriminazione dell'item; le domande devono il più possibile distinguere tra i soggetti "più bravi" e quelli "meno bravi", un'idea di tale capacità è data dal coefficiente di discriminazione dato dal rapporto tra la percentuale di risposte corrette del 25% dei soggetti con punteggio totale più elevato e la percentuale di risposte corrette del 25% dei soggetti con punteggio totale meno elevato. Sono stati considerati discriminanti e quindi sono stati mantenuti gli item con coefficiente di discriminazione maggiore di 0,10.

I risultati delle elaborazioni sopra elencate sono riportati nelle Tabelle 12, 13, 14 e 15, in grassetto gli items che in seguito a tali elaborazioni sono stati scartati.

ITEM	% 1	% 2	% 0	Facilità	Discr
Alberi e bosco 1	38	0	62	37,68	0,41
Alberi e bosco 2	26	0	74	26,09	0,18
Alberi e bosco 3	41	32	28	72,46	0,35
Alberi e bosco 4	70	0	30	69,57	0,24
Alberi e bosco 5	64	0	36	63,77	0,35
Alberi e bosco 6	33	30	36	63,77	0,41
Prato 1	45	51	4	95,65	0,06
Prato 2	32	42	26	73,91	0,53
Prato 3	48	0	52	47,83	0,71
Prato 4	45	10	45	55,07	0,41
Prato 5	54	0	46	53,62	0,24
Prato 6	57	0	43	56,52	0,35
Prato 7	28	49	23	76,81	0,35
Scuola ambiente 1	51	0	49	50,72	0,41
Scuola ambiente 2	29	41	30	69,57	0,41
Scuola ambiente 3	30	0	70	30,43	0,35
Scuola ambiente 4	25	0	75	24,64	0,24
Scuola ambiente 5	61	1	38	62,32	0,53
Scuola ambiente 6	30	0	70	30,43	0,59
Chi mangia chi? 1	32	55	13	86,96	0,12
Chi mangia chi? 2	55	0	45	55,07	0,41
Chi mangia chi? 3	57	0	43	56,52	0,24
Chi mangia chi? 4	55	0	45	55,07	0,47
Chi mangia chi? 5	38	0	62	37,68	0,41
L'acqua e la vita 1	65	0	35	65,22	0,29
L'acqua e la vita 2	57	0	43	56,52	0,47
L'acqua e la vita 3	70	0	30	69,57	0,59
L'acqua e la vita 4	43	54	3	97,10	0,12
L'acqua e la vita 5	26	57	17	82,61	0,47
L'acqua e la vita 6	36	17	46	53,62	0,29
L'acqua e la vita 7	30	0	70	30,43	0,29
L'acqua e la vita 8	7	0	93	7,25	-0,12
L'acqua e la vita 9	32	0	68	31,88	-0,06
L'acqua e la vita 10	20	0	80	20,29	-0,41

Tabella 12 - percentuale di risposta parzialmente corretta (%1), corretta (%2), errata (%0), facilità e discriminazione per le domande somministrate alle classi di quarta elementare

ITEM	% 1	% 2	% 0	Facilità	Discr
Alberi e bosco 1	51	0	49	51	0,55
Alberi e bosco 2	56	0	44	56	0,45
Alberi e bosco 3	26	53	21	79	0,36
Alberi e bosco 4	53	0	47	53	0,27
Alberi e bosco 5	56	0	44	56	0,36
Alberi e bosco 6	28	42	30	70	0,55
Scuola ambiente 1	49	19	33	67	0,55
Scuola ambiente 2	19	53	28	72	0,64
Scuola ambiente 3	53	0	47	53	0,45
Scuola ambiente 4	26	0	74	26	0,27
Scuola ambiente 5	60	2	37	63	0,45
Scuola ambiente 6	37	0	63	37	0,27
Energia 1	56	7	37	63	0,45
Energia 2	47	16	37	63	0,55
Energia 3	33	26	42	58	0,82
Energia 4	40	14	47	53	0,64
Energia 5	23	49	28	72	0,64
Chi mangia chi? 1	14	60	26	74	0,73
Chi mangia chi? 2	49	0	51	49	0,55
Chi mangia chi? 3	60	0	40	60	0,64
Chi mangia chi? 4	56	0	44	56	0,27
Chi mangia chi? 5	37	0	63	37	0,27
L'acqua e la vita 1	72	0	28	72	0,45
L'acqua e la vita 2	47	0	53	47	0,55
L'acqua e la vita 3	47	0	53	47	0,55
L'acqua e la vita 4	28	60	12	88	0,45
L'acqua e la vita 5	21	51	28	72	0,36
L'acqua e la vita 6	35	14	51	49	0,27
L'acqua e la vita 7	28	0	72	28	0,36
L'acqua e la vita 8	16	0	84	16	-0,18
L'acqua e la vita 9	26	0	74	26	0,27
L'acqua e la vita 10	26	0	74	26	0,55
Prato 1	37	51	12	88	0,27
Prato 2	30	49	21	79	0,64
Prato 3	51	0	49	51	0,64
Prato 4	47	21	33	67	0,55
Prato 5	35	0	65	35	0,55
Prato 6	53	0	47	53	0,73
Prato 7	40	23	37	63	0,45

Tabella 13 - percentuale di risposta parzialmente corretta (%1), corretta (%2), errata (%0), facilità e discriminazione per le domande somministrate alle classi di quinta elementare

ITEM	% 1	% 2	% 0	Facilità	Discr
Prati 1	75	0	25	75	0,75
Prati 2	67	0	33	67	0,75
Prati 3	50	0	50	50	0,31
Prati 4	72	8	19	81	0,40
Prati 5	71	14	15	85	0,42
L'acqua e la vita 1	72	0	28	72	0,47
L'acqua e la vita 2	33	0	67	33	0,56
L'acqua e la vita 3	47	0	53	47	0,50
L'acqua e la vita 4	11	78	11	89	0,53
L'acqua e la vita 5	39	46	15	85	0,58
L'acqua e la vita 6	33	25	42	58	0,62
L'acqua e la vita 7	42	0	58	42	0,61
L'acqua e la vita 8	3	0	97	3	0,00
L'acqua e la vita 9	22	0	78	22	0,44
L'acqua e la vita 10	6	0	94	6	-0,08
Energia 1	56	6	39	61	0,22
Energia 2	19	17	61	36	0,58
Energia 3	25	11	64	36	0,56
Energia 4	33	31	36	64	0,65
Energia 5	53	17	31	69	0,45
Limuli 1	58	0	42	58	0,42
Limuli 2	42	0	58	42	0,69
Limuli 3	36	0	64	36	0,81
Limuli 4	28	0	72	28	0,67
Rete alimentare 1	39	8	53	47	0,69
Rete alimentare 2	31	17	53	47	0,69
Rete alimentare 3	67	28	6	94	0,34
Rete alimentare 4	100	0	0	100	0,25
Rete alimentare 5	28	0	72	28	0,00
Rete alimentare 6	44	31	25	75	0,30
Licheni 1	83	0	17	83	0,50
Licheni 2	47	0	53	47	0,50
Licheni 3	25	50	25	75	0,83
Biodiversità 1	50	0	50	50	0,69
Biodiversità 2	83	8	8	92	0,25
Biodiversità 3	47	0	53	47	0,14
Biodiversità 4	50	0	50	50	0,42
Scuola ambiente 1	61	11	28	72	0,28
Scuola ambiente 2	47	33	19	81	0,60
Scuola ambiente 3	61	0	39	61	0,53
Scuola ambiente 4	31	0	69	31	0,47
Scuola ambiente 5	75	0	25	75	0,56
Scuola ambiente 6	8	31	61	39	0,50

Tabella 14 - percentuale di risposta parzialmente corretta (%1), corretta (%2), errata (%0), facilità e discriminazione per le domande somministrate alle classi di seconda media

ITEM	% 1	% 2	% 0	Facilità	Discr
Limuli 1	61	0	39	61	0,42
Limuli 2	51	0	49	51	0,50
Limuli 3	47	0	53	47	0,25
Limuli 4	33	0	67	33	0,42
Prati 1	63	0	37	63	0,33
Prati 2	94	0	6	94	0,17
Prati 3	73	0	27	73	0,42
Prati 4	53	35	12	88	0,35
Prati 5	55	35	10	90	0,03
Energia 1	53	37	10	90	0,26
Energia 2	22	51	27	73	0,44
Energia 3	16	76	8	92	0,14
Energia 4	47	39	14	85	0,26
Energia 5	18	80	2	98	0,05
Rete alimentare 1	27	10	63	37	0,67
Rete alimentare 2	33	33	35	65	0,67
Rete alimentare 3	67	27	6	94	0,18
Rete alimentare 4	90	0	10	90	0,25
Rete alimentare 5	27	0	73	27	0,42
Rete alimentare 6	65	16	18	82	0,09
Scuola ambiente 1	59	12	29	71	0,67
Scuola ambiente 2	24	63	12	88	0,37
Scuola ambiente 3	67	2	31	69	0,67
Scuola ambiente 4	51	2	47	53	0,58
Scuola ambiente 5	67	6	27	73	0,50
Scuola ambiente 6	6	47	47	53	0,69
Licheni 1	100	0	0	100	0,00
Licheni 2	96	0	4	96	0,00
Licheni 3	43	49	8	92	0,28
Biodiversità 1	96	0	4	96	0,17
Biodiversità 2	65	35	0	100	0,03
Biodiversità 3	76	0	24	76	0,50
Biodiversità 4	71	0	29	71	0,42
Calore in città 1	57	0	43	57	0,33
Calore in città 2	71	0	29	71	0,42
Calore in città 3	63	16	20	80	0,42
Calore in città 4	67	0	33	67	0,25
Calore in città 5	61	0	39	61	0,25
L'acqua e la vita 1	90	0	10	90	-0,25
L'acqua e la vita 2	80	0	20	80	0,25
L'acqua e la vita 3	84	2	14	86	0,33
L'acqua e la vita 4	16	84	0	100	0,06
L'acqua e la vita 5	18	76	6	94	0,13
L'acqua e la vita 6	29	39	33	67	0,26
L'acqua e la vita 7	53	0	47	53	0,50
L'acqua e la vita 8	6	0	94	6	0,08
L'acqua e la vita 9	10	0	90	10	0,17
L'acqua e la vita 10	4	0	96	4	0,00

Tabella 15 - percentuale di risposta parzialmente corretta (%1), corretta (%2), errata (%0), facilità e discriminazione per le domande somministrate alle classi di seconda media

Per le quarte elementari sono stati scartati 6 items:

"Prato 1", "Chi mangia chi 1", "L'acqua e la vita 4" perché risultati troppo facili, "L'acqua e la vita 8" perché risultato troppo difficili, "L'acqua e la vita 9" e "L'acqua e la vita 10" perché poco discriminati.

Dopo la selezione sono rimasti 28 items dei 35 proposti.

Per le quinte elementari sono stati scartati 3 items:

"L'acqua e la vita 8" perché troppo difficili, "L'acqua e la vita 4" e "Prato 1" perché troppo facili.

Dopo la selezione sono rimasti 36 items dei 40 proposti.

Per le seconde medie sono stati scartati 7 items:

"L'acqua e la vita 4", "Rete alimentare 3", "Rete alimentare 4" e "Biodiversità 2" perché risultati troppo facili, "L'acqua e la vita 8" e "L'acqua e la vita 10" perché risultato troppo difficili, "Rete alimentare 5" perché poco discriminante.

Dopo la selezione sono rimasti 37 items dei 43 proposti.

Per le terze elementari sono stati scartati 20 items:

"Prati 2", "Prati 4", "Prati 5", "Energia 1", "Energia 3", "Energia 5", "Rete alimentare 3", "Rete alimentare 4", "Scuola ambiente 2", "Licheni 1", "Licheni 2", "Licheni 3", "Biodiversità 1", "Biodiversità 2", "L'acqua e la vita 1", "L'acqua e la vita 4" e "L'acqua e la vita 5" perchè troppo facili, "L'acqua e la vita 8", "L'acqua e la vita 9" e "L'acqua e la vita 10" perché troppo difficili.

Dopo la selezione sono rimasti 28 items dei 48 proposti.

Un'ulteriore elaborazione tesa a selezionare gli items più efficaci e stata quella di calcolare l'attendibilità del test e di conseguenza dei vari items, ci sono varie tipi di elaborazioni che possono essere effettuate, in tale caso è stato scelto il metodo della coerenza interna chiamato anche alfa di Cronbach³.

Come si vede dai risultati riportati in Tabella 16 i test somministrati risultano tutti globalmente attendibili e non ci sarebbero grandi differenze nel coefficiente alfa se ciascun item di volta in volta fosse eliminato (Tabelle 17, 18, 19 e 20).

Fascia di età	Alfa di Cronbach³	N° Items
IV elementare	0,746	28
V elementare	0,885	36
II media	0,803	37
III media	0,766	28

Tabella 16 - Alfa di Cronbach per i test somministrati.

Items (Quarta elementare)	Alfa di Cronbach³ se l'item fosse eliminato
Alberi e bosco 1	0,740
Alberi e bosco 2	0,746
Alberi e bosco 3	0,738
Alberi e bosco 4	0,744
Alberi e bosco 5	0,743
Alberi e bosco 6	0,739
Prato 2	0,736
Prato 3	0,732
Prato 4	0,733
Prato 5	0,744
Prato 6	0,744
Prato 7	0,729
Scuola ambiente 1	0,739
Scuola ambiente 2	0,748
Scuola ambiente 3	0,743
Scuola ambiente 4	0,744
Scuola ambiente 5	0,736
Scuola ambiente 6	0,732
Chi mangia chi? 2	0,740
Chi mangia chi? 3	0,748
Chi mangia chi? 4	0,738
Chi mangia chi? 5	0,741
L'acqua e la vita 1	0,740
L'acqua e la vita 2	0,741
L'acqua e la vita 3	0,731
L'acqua e la vita 5	0,731
L'acqua e la vita 6	0,738
L'acqua e la vita 7	0,743

Tabella 17 - Analisi di affidabilità: nella prima colonna è indicato il nome dell'item nell'altra il coefficiente α se l'item corrispondente venisse eliminato

Items (Quinta elementare)	Alfa di Cronbach³ se l'item fosse eliminato
Alberi e bosco 1	0,884
Alberi e bosco 2	0,883
Alberi e bosco 3	0,884
Alberi e bosco 4	0,886
Alberi e bosco 5	0,884
Alberi e bosco 6	0,876
Scuola ambiente 1	0,883
Scuola ambiente 2	0,881
Scuola ambiente 3	0,883
Scuola ambiente 4	0,884
Scuola ambiente 5	0,883
Scuola ambiente 6	0,883
Chi mangia chi? 1	0,879
Chi mangia chi? 2	0,882
Chi mangia chi? 3	0,881
Chi mangia chi? 4	0,883
Chi mangia chi? 5	0,883
L'acqua e la vita 1	0,881
L'acqua e la vita 2	0,884
L'acqua e la vita 3	0,883
Energia 1	0,884
Energia 2	0,879
Energia 3	0,877
Energia 4	0,879
Energia 5	0,882
L'acqua e la vita 5	0,885
L'acqua e la vita 6	0,885
L'acqua e la vita 7	0,884
L'acqua e la vita 9	0,885
L'acqua e la vita 10	0,881
Prato 2	0,875
Prato 3	0,881
Prato 4	0,881
Prato 5	0,882
Prato 6	0,880
Prato 7	0,878

Tabella 18 - Analisi di affidabilità: nella prima colonna è indicato il nome dell'item nell'altra il coefficiente α se l'item corrispondente venisse eliminato

Items (Quinta elementare)	Alfa di Cronbach³ se l'item fosse eliminato
Prati 1	0,792
Prati 2	0,792
Prati 3	0,804
Prati 4	0,801
Prati 5	0,801
L'acqua e la vita 1	0,803
L'acqua e la vita 2	0,796
L'acqua e la vita 3	0,802
L'acqua e la vita 5	0,786
L'acqua e la vita 6	0,796
L'acqua e la vita 7	0,800
L'acqua e la vita 9	0,798
Energia 1	0,805
Energia 2	0,839
Energia 3	0,796
Energia 4	0,797
Energia 5	0,800
Limuli 1	0,799
Limuli 2	0,796
Limuli 3	0,794
Limuli 4	0,794
Rete alimentare 1	0,794
Rete alimentare 2	0,795
Rete alimentare 5	0,809
Rete alimentare 6	0,810
Licheni 1	0,797
Licheni 2	0,799
Licheni 3	0,776
Biodiversità 1	0,793
Biodiversità 3	0,804
Biodiversità 4	0,797
Scuola ambiente 1	0,799
Scuola ambiente 2	0,791
Scuola ambiente 3	0,797
Scuola ambiente 4	0,799
Scuola ambiente 5	0,796
Scuola ambiente 6	0,792

Tabella 19 - Analisi di affidabilità: nella prima colonna è indicato il nome dell'item nell'altra il coefficiente α se l'item corrispondente venisse eliminato

Items (Quinta elementare)	Alfa di Cronbach ³ se l'item fosse eliminato
Limuli 1	0,764
Limuli 2	0,757
Limuli 3	0,769
Limuli 4	0,765
Prati 1	0,764
Prati 3	0,762
Energia 2	0,762
Energia 4	0,756
Rete alimentare 1	0,760
Rete alimentare 2	0,753
Rete alimentare 6	0,765
Scuola ambiente 1	0,747
Scuola ambiente 3	0,750
Scuola ambiente 4	0,755
Scuola ambiente 5	0,754
Scuola ambiente 6	0,752
Biodiversità 3	0,757
Biodiversità 4	0,761
Calore in città 1	0,762
Calore in città 2	0,759
Calore in città 3	0,753
Calore in città 4	0,767
Calore in città 5	0,763
L'acqua e la vita 2	0,760
L'acqua e la vita 3	0,757
L'acqua e la vita 6	0,770
L'acqua e la vita 7	0,763
L'acqua e la vita 9	0,766

Tabella 20 - Analisi di affidabilità: nella prima colonna è indicato il nome dell'item nell'altra il coefficiente α se l'item corrispondente venisse eliminato

5.3 la valutazione dell'efficacia il termini di apprendimento scientifico funzionale

Per ogni studente è stato calcolato il punteggio ottenuto nel test, escludendo da tale calcolo le domande che nella fase di validazione sono state scartate.

Tali punteggi sono stati ordinati mediante statistica descrittiva (Tabella 21, 22, 23 e 24).

	Numero alunni	Media	Errore standard	Deviazione standard	Minimo	Massimo
IV A Villa Pitignano	14	18,86	1,824	6,826	6	30
IV C G. Cena	18	18,33	1,283	5,445	5	28
IV B Villa Pitignano	16	19,63	1,255	5,018	11	30
IV D G. Cena	21	16,14	1,301	5,961	5	26
Totale	69	18,07	0,704	5,847	5	30

Tabella 21 - statistica descrittiva per le classi di quarta elementare

	Numero alunni	Media	Errore standard	Deviazione standard	Minimo	Massimo
V A Villa Pitignano	14	25,93	2,864	10,716	8	42
V A G. Cena	9	24,78	4,102	12,306	9	41
V B Villa Pitignano	10	25,80	2,628	8,311	16	43
V B G. Cena	10	22,40	3,113	9,845	12	35
Totale	43	24,84	1,540	10,099	8	43

Tabella 22 - statistica descrittiva per le classi di quinta elementare

	Numero alunni	Media	Errore standard	Deviazione standard	Minimo	Massimo
II C Ugo Foscolo	19	21,84	2,137	9,317	4	38
II D Ugo Foscolo	17	26,65	1,604	6,614	14	37
Totale	36	24,11	1,400	8,400	4	38

Tabella 23 - statistica descrittiva per le classi di seconda media

	Numero alunni	Media	Errore standard	Deviazione standard	Minimo	Massimo
III A Ugo Foscolo	22	19,05	1,441	6,758	5	33
III B Ugo Foscolo	27	22,11	1,040	5,402	13	31
Totale	49	20,73	,882	6,177	5	33

Tabella 24 - statistica descrittiva per le classi di seconda media

Per effettuare dei confronti tra le classi (campione e controllo) il campione complessivo è stato diviso appunto per classi quindi si è proceduto al calcolo della percentuale di risposta corretta, tale percentuale è stata calcolata anche dividendo gli items per processo cognitivo e per argomento (Tab. 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35 e 36).

	IV A Villa P.	IV C G. Cena	IV B Villa P.	IV D G. Cena
<i>% risposta corretta</i>	56,63	54,27	60,04	49,15

Tabella 25 - percentuale di risposta corretta delle classi di quarta elementare

<i>Comprensione</i>				<i>Interpretazione</i>				<i>Valutazione e motivazione</i>			
IV A Villa P.	IV C G. Cena	IV B Villa P.	IV D G. Cena	IV A Villa P.	IV C G. Cena	IV B Villa P.	IV D G. Cena	IV A Villa P.	IV C G. Cena	IV B Villa P.	IV D G. Cena
38,19	43,61	41,68	39,13	25,68	17,55	21,44	13,37	24,05	18,74	25,26	10,54

Tabella 26 - percentuale di risposta corretta delle classi di quarta elementare divisa per processi cognitivi

<i>Argomenti</i>	IV A Villa P.	IV C G.Cena	IV B Villa P.	IV D G.Cena
Ecosistema	58,73	61,11	68,75	61,90
Inquinamento	50,00	51,39	68,75	52,38
Piante ed animali	62,24	46,03	56,25	34,69
Energia	51,43	52,22	46,25	41,90
Acqua	54,76	30,56	54,17	52,38

Tabella 27 - percentuale di risposta corretta delle classi di quarta elementare divisa per argomenti

	V A Villa P.	V A G.Cena	V B Villa P.	V B G.Cena
<i>% risposta corretta</i>	58,13	53,40	58,89	48,61

Tabella 28 - percentuale di risposta corretta delle classi di quinta elementare

<i>Comprensione</i>				<i>Interpretazione</i>				<i>Valutazione e motivazione</i>			
V A Villa P.	V A G. Cena	V B Villa P.	V B G. Cena	V A Villa P.	V A G. Cena	V B Villa P.	V B G. Cena	V A Villa P.	V A G. Cena	V B Villa P.	V B G. Cena
53,63	54,82	55,05	50,76	30,78	26,18	28,97	25,57	26,72	25,59	31,64	18,73

Tabella 29 - percentuale di risposta corretta delle classi di quinta elementare divisa per processi cognitivi

<i>Argomenti</i>	V A Villa P.	V A G.Cena	V B Villa P.	V B G.Cena
Ecosistema	66,43	58,89	67,00	53,00
Inquinamento	50,00	57,41	41,67	45,00
Piante ed animali	57,14	42,86	62,86	47,14
Energia	65,08	54,32	62,22	50,00
Acqua	35,71	50,00	50,00	42,50

Tabella 30 - percentuale di risposta corretta delle classi di quinta elementare divisa per argomenti

	II D U. Foscolo	II C U. Foscolo
<i>% risposta corretta</i>	58,35	51,92

Tabella 31 - percentuale di risposta corretta delle classi di seconda media

<i>Comprensione</i>		<i>Interpretazione</i>		<i>Valutazione e motivazione</i>	
II D U. Foscolo	II C U. Foscolo	II D U. Foscolo	II C U. Foscolo	II D U. Foscolo	II C U. Foscolo
54,65	55,00	62,11	49,82	33,67	31,63

Tabella 32 - percentuale di risposta corretta delle classi di seconda media divisa per processi cognitivi

<i>Argomento</i>	II D U. Foscolo	II C U. Foscolo
Ecosistema	72,55	42,11
Inquinamento	55,15	59,21
Piante ed animali	57,35	54,39
Energia	63,40	54,39
Acqua	80,39	44,74

Tabella 33 - percentuale di risposta corretta delle classi di seconda media divisa per argomenti

	III A U. Foscolo	III B U. Foscolo
<i>% risposta corretta</i>	57,95	68,65

Tabella 34 - percentuale di risposta corretta delle classi di terza media

<i>Comprensione</i>		<i>Interpretazione</i>		<i>Valutazione e motivazione</i>	
III A U. Foscolo	III B U. Foscolo	III A U. Foscolo	III B U. Foscolo	III A U. Foscolo	III B U. Foscolo
53,71	56,79	55,22	68,16	46,84	57,44

Tabella 35 - percentuale di risposta corretta delle classi di terza media divisa per processi cognitivi

<i>Argomento</i>	III A U. Foscolo	III B U. Foscolo
Ecosistema	44,32	59,26
Inquinamento	60,39	74,07
Piante ed animali	56,82	61,57
Energia	64,29	78,84
Acqua	59,09	61,11

Tabella 36 - percentuale di risposta corretta delle classi di terza media divisa per argomenti

In grassetto sono evidenziati i risultati delle classi campione.

Come si può notare le classi campione rispondono, se consideriamo tutti gli items, con una media più alta rispetto le classi controllo.

Se consideriamo gli items divisi per processo cognitivo è interessante notare come per quanto riguarda la *comprensione* le percentuali di risposta corretta siano simili tra tutte le coppie di classi e spesso a favore della classe controllo mentre per quanto riguarda *l'interpretazione* e la *valutazione e motivazione* le percentuali di risposta corretta sono sempre più alte nelle classi campione.

Per valutare statisticamente le differenze che emergono nei punteggi è stata calcolata la media di risposte esatte, per ogni coppia di classi campione - controllo, tali medie sono state sottoposte ad analisi varianza (ANOVA¹).

Per capire se esistono differenze tra le coppie di classi rispetto i processi cognitivi individuati la stessa analisi è stata effettuata dividendo gli item appunto per processo cognitivo.

I risultati di tale elaborazione sono riportati nelle Tabelle 37, 38, 39 e 40.

ANOVA (Quarte elementari)	F	P
Punteggio totale	1,248	0,300
Punteggio comprensione	0,816	0,490
Punteggio interpretazione	0,054	0,984
Punteggio valutazione e motivazione	2,382	0,078

Tabella 37 - Risultati dell'analisi della varianza (ANOVA).

ANOVA (Quinta elementari)	F	p
Punteggio totale	0,264	0,851
Punteggio comprensione	0,117	0,949
Punteggio interpretazione	0,252	0,859
Punteggio valutazione e motivazione	0,843	0,479

Tabella 38 - Risultati dell'analisi della varianza (ANOVA).

ANOVA (Seconde elementari)	F	p
Punteggio totale	3,113	0,087
Punteggio comprensione	0,884	0,354
Punteggio interpretazione	9,493	0,004
Punteggio valutazione e motivazione	0,146	0,704

Tabella 39 - Risultati dell'analisi della varianza (ANOVA).

ANOVA (Terze elementari)	F	p
Punteggio totale	3,118	0,084
Punteggio comprensione	0,465	0,499
Punteggio interpretazione	5,042	0,029
Punteggio valutazione e motivazione	3,315	0,075

Tabella 40 - Risultati dell'analisi della varianza (ANOVA).

Come si evince dalle Tabelle 37, 38, 39 e 40 le differenze riscontrate nella percentuale di risposta corretta tra le classi campione e le classi controllo non risultano significative.

Ugualmente non risultano significative le differenze riscontrate nella *comprensione* e nella *valutazione e motivazione*, al contrario risultano significative le differenze che si riscontrano per quanto riguarda l'*interpretazione* sia in seconda che in terza media.

6. CONCLUSIONI E SVILUPPI FUTURI

La ricerca ha portato alla costituzione di un insieme di dati omogenei rispetto all'efficacia dei percorsi di Educazione Ambientale nella costruzione di apprendimenti scientifici funzionali, utili per la progettazione dei percorsi dei CEA per le scuole e per l'Ufficio Scolastico Regionale dell'Umbria come riferimento rispetto all'innovazione metodologica e didattica.

Nel presente lavoro le teorie dell'apprendimento, la metodologia dell'Educazione Ambientale e la didattica delle scienze sono venuti a contatto per produrre un primo passo verso l'elaborazione di linee guida e tecniche didattiche in relazione al miglioramento degli apprendimenti verso un processo più stabile e duraturo.

Gli strumenti utilizzati quali interviste, questionari, test, per la rilevazione ma anche laboratori, visite, campi scuola costituiscono un patrimonio per insegnanti e alunni che hanno partecipato al lavoro di ricerca, si sono determinati legami e collaborazioni fra insegnanti, fra scuole, fra i vari soggetti partecipanti al lavoro determinando uno scambio proficuo per tutti i soggetti in campo.

Grande spinta si è prodotta per verificare con strumenti statistici, oltre che teorici come l'ambiente possa costituire un supporto importante per lo studio delle scienze, attraverso la complessità e la completezza, attraverso una molteplicità che necessità di interpretazione, valutazione, conoscenza e che dovrebbe inoltre produrre una maggior sensibilizzazione dei ragazzi e della scuola nei confronti delle problematiche legate all'ambiente e allo sviluppo sostenibile.

I tempi e le modalità della ricerca, nonché le condizioni a contorno fortemente variabili non impediscono di trarre indicazioni circa alcuni elementi evidenti: i risultati dei test dimostrano una difficoltà dei ragazzi

nell'apprendimento delle scienze e contemporaneamente un' efficacia delle attività di Educazione Ambientale, le classi campione in tutte le coppie di classi esaminate rispondono complessivamente meglio delle classi controllo.

L'articolazione dei risultati mette in evidenza come classi elementari e classi di scuola media rispondano con risultati differenti rispetto ai processi cognitivi individuati quali comprensione, interpretazione, valutazione e comprensione. Le differenze risultano più ampie tra le coppie di classi secondarie inferiori, in tali coppie di classi un risultato particolarmente interessante è che non risultano differenze nella comprensione del testo, mentre emergono differenze statisticamente significative se si considerano le domande tese a valutare la capacità di interpretare le informazioni date.

Tale risultato è da considerarsi particolarmente importante per la ricerca che partiva con l'idea di dimostrare come il nozionismo non consenta la costruzione di elementi funzionali e che l'attuale organizzazione scolastica rende ancora più complessa tale importante fase di apprendimento, infatti in tal modo si dimostra come l'Educazione Ambientale in questo contesto produce miglioramenti evidenti.

La presente pubblicazione, i dati complessivi della ricerca, gli strumenti utilizzati (test e questionari) ed i progetti di Educazione Ambientale della cooperativa, possono essere reperiti sul sito www.pantarei-cea.it alla sezione archivio.

Si ritiene che il lavoro svolto presenti interessanti risvolti che ne tracciano possibili sviluppi futuri, alcune direttrici di lavoro rimangono probabilmente le più interessanti:

- utilizzo di nuove tecnologie nella didattica;
- ampliamento del numero degli studenti di ricerca;
- tempi di ricerca più adatti ai tempi dell'apprendimento;
- verifica della permanenza nel tempo delle conquiste degli studenti in termini di apprendimento, utilizzando per un futuro lavoro di ricerca le stesse classi che hanno partecipato all'attuale ricerca;

Alla base dell'utilità del lavoro rimane la disaffezione verso le materie scientifiche misurata e evidenziata non solo dal presente progetto di ricerca e comune non solo all'Italia, ma a molti paesi Europei.

C'è bisogno di accendere curiosità e motivazioni, di costruire competenze che permettano di affrontare la sfida di una modernità complessa che necessita di strumenti e mezzi moderni ed adatti per affrontarla.

Un pezzo di questa sfida parla del rapporto tra docenti, studenti, ricercatori e operatori dei CEA delle potenzialità che una relazione positiva e propositiva fra questi soggetti offre per superare l'attuale separazione fra cittadini e scienza costruendo situazioni e contesti che parlino di pedagogie ed apprendimenti, ma che soprattutto parlino di costruzione di cultura e società.

Note

¹ L'ANOVA è un'analisi statistica che permette di confrontare medie campionarie e di stabilire se siano significativamente differenti, il livello di soglia della significatività convenzionalmente adottato è pari a $p=0,05$; per cui se $p<0,05$ allora le differenze sono significative, se $p<0,01$ sono altamente significative.

² LSD di Fisher è un test che permette il confronto multiplo a posteriori (post hoc comparison), tra i vari test che esistono per fare ciò lsd è molto potente e poco cautelativo, in tal modo si riducono le probabilità di incorrere in un errore di tipo II o di seconda specie, cioè di accettare erroneamente l'ipotesi nulla e quindi non evidenziare differenze significative quando in realtà esistono. Il livello di soglia della significatività convenzionalmente adottato è pari a $p=0,05$; per cui se $p<0,05$ allora le differenze sono significative, se $p<0,01$ sono altamente significative.

³ alfa di Cronbach è uno dei test per valutare l'affidabilità dipende dalla media delle intercorrelazioni tra tutti gli items del test, e dalla relazione di ogni item del test con il punteggio totale. Nella prassi l'alfa di Cronbach si valuta così:

< 0,60 → problematico

0,60-0,70 → appena sufficiente

0,70-0,80 → discreto

> 0,90 → ottimo/eccellente

BIBLIOGRAFIA

AA.VV. 1986 – Scienze e gioco. Edizioni Sansoni.

Amnesty International. 1991 – il grande libro dei diritti dei bambini. Edizioni Sonda.

Bonometto L. Natura e scuola. Raccolta di articoli sulla didattica delle scienze naturali nella scuola di base. Comune di Venezia, Assessorato alla Pubblica Istruzione, Centro di documentazione, quaderni di documentazione.

Bucci S. 1990 – Educazione dell'infanzia e pedagogia scientifica da Froebel a Montessori. Biblioteca di cultura. Edizioni Bulzoni.

CIRCOLARE MINISTERO DELLA PUBBLICA ISTRUZIONE N° 149 , per le indicazioni orientative in ordine alle tematiche relative all'educazione ambientale e alcune strategie ed azioni da intraprendersi a cura di ciascun livello del sistema scolastico del 17/04/1996.

Ercolani A.P., Areni A., Leone L. 2001 – Statistica per la psicologia. I fondamenti di psicometria e statistica descrittiva. Edizioni il Mulino.

Ercolani A.P., Perugini M. 1997 – La misura in psicologia. Introduzione ai test psicologici. Edizioni Universitarie di Lettere Economia Diritto.

Grazzini Hoffmann C. 2000 - Fare scienze nella scuola di base, Edizioni Cortina, Milano.

- Grella A. 1996 - Educazione Ambientale nelle scuole secondarie di 2° grado in Umbria: esperienze a confronto, Perugia, I quaderni dell'IRRSAE dell'Umbria, n.9.
- Gruppo di lavoro Comunicazione Informazione Formazione Educazione. 2004 - linee guida per l'educazione ambientale nel sistema agenziale APAT – ARPA – APPA.
- INVALSI 2006 - Rapporto nazionale OCSE-PISA 2003. Il livello dei quindicenni italiani in matematica, lettura, scienze e problem solving. Collana: I problemi dell'educazione. Edizioni Armando, Roma.
- Losito B. 1990 - Tecniche di osservazione e raccolta dei dati, CEDE, Frascati.
- Losito B. 1991 - Lo studio dei casi nella ricerca educativa, CEDE, Frascati.
- Losito B., 1993 - Cos'è la ricerca azione?, Rete Regionale di Servizi per l'Educazione Ambientale, Regione Piemonte, IRRSAE Piemonte, Consorzio Pracatinat, Fascicolo della Rete n. 3.
- Losito B., Mayer M. 1995 - Educazione ambientale: un banco di prova per l'innovazione. Rapporto Nazionale Italiano per la ricerca EnSI, CEDE, Frascati.
- Mayer M. 2003 - Qualità della scuola ed ecosostenibilità - Per una scuola coerente con la costruzione di un futuro sostenibile – Franco Angeli editore - INValSI – Frascati.
- Mayer M., Noce G., Olivieri G. 1985 - L'educazione scientifica nella scuola di base, Seminario bilaterale Italia-USA, 24-28 ott. 1983, in Quaderni di Villa Falconieri CEDE, Frascati.
- Mayer M. 1984 - Quale scienza per la scuola secondaria superiore, Atti del Seminario organizzato dal CEDE in collaborazione AIF-ANISN-DD SCI-MATHESESIS-SAIt, Quaderni di Villa Falconieri, CEDE, Frascati.
- Mayer M. 1997 - Prospettive Nazionali e Europee per l'Educazione Ambientale Il Cielo in un'Aula, Convegno Nazionale sull'Educazione Ambientale, Bologna.
- Mayer M. 2002 – La competenza scientifica e funzionale nella scuola italiana: risultati dell'indagine PISA dell'OCSE, Le Scienze naturali nella scuola. Bollettino ANISN – XI.
- Mayer M. 2000 – La valutazione nel campo dell'educazione ambientale: il contributo della ricerca Ensi al dibattito internazionale. Dattil.
- Mayer M. 1989 - Una scuola per l'ambiente. Risultati di una ricerca promossa dall'OCSE, I Quaderni di Villa Falconieri n.18, CEDE, Frascati.
- Mayer M., Paglino F. 2002 - E' possibile valutare le competenze ambientali? ICAM, indagine nazionale per la valutazione delle competenze ambientali. INValSI - Istituto Nazionale per la Valutazione del Sistema dell'Istruzione.
- Midoro V., Briano R. 1994 - Tecnologie Didattiche per l'Educazione Ambientale. Una metodologica che mostra come l'educazione ambientale possa giovare delle idee, dei metodi e degli strumenti tipici delle tecnologie didattiche. TD n.4.
Ministero dell'Ambiente e Ministero Pubblica Istruzione, Carta dei principi per l'educazione ambientale, A scuola d'ambiente. Educazione e formazione per lo sviluppo sostenibile, Atti del seminario di Fiuggi 1987, école, Torino.
- OCSE 2004 - PISA 2003 valutazione dei quindicenni: quadro di riferimento: conoscenze e abilità in matematica, lettura, scienze e problem solving. Collana: I libri dell'OCSE. Armando Editore, Roma.
- OECD - PISA 2003 data manual : SPSS.
- OECD 2000 - Measuring Student Knowledge and Skills. The PISA 2000 Assessment of Reading, Mathematical and Scientific Literacy.
- OECD 2002 - Sample Tasks from the PISA 2000 Assessment. Reading, Mathematical and Scientific Literacy.

OECD 2003 - The PISA 2003 Assessment Framework. Mathematics, Reading, Science and Problem Solving Knowledge and Skills.

OECD 2006 - Assessing Scientific, Reading and Mathematical Literacy: A Framework for PISA 2006.

Pillot L. 2004 – Atteggiamenti dei bambini verso l'ambiente. Suggestimenti per la verifica dell'efficacia di progetti educativi. ARPA Friuli Venezia Giulia, LaREA Laboratorio Regionale di Educazione ambientale.

Semeraro R. 1988 - Educazione ambientale, ecologia, istruzione, Franco Angeli, Milano.

Semeraro R., Goffredo D., Przewozny B.J. 1993 - L'Educazione ambientale nella scuola del futuro. CFSA-ENEA, Roma.

Versari S., Belosi F. 2006 – L'educazione ambientale strumento di orientamento alle discipline scientifiche. In appassionatamente curiosi: per una didattica delle scienze dell'atmosfera. Edizioni Tecnodid, Napoli.

UN ESEMPIO DI PROVA

P – ENERGIA

L'energia impiegata per il riscaldamento d'inverno e per il raffreddamento d'estate delle abitazioni, degli uffici e degli edifici in generale rappresenta circa il 20% del consumo energetico totale italiano. Tale energia è prodotta quasi totalmente da combustibili fossili. Oltre al problema dell'esaurimento delle fonti energetiche di origine fossile il riscaldamento e il raffreddamento delle abitazione comportano inquinamento atmosferico che è la causa dell'aumento dell'effetto serra, piogge acide e smog.

- P1. Traendo spunto dalla lettura del brano precedente, indica se le affermazioni che seguono sono vere o false, mettendo una crocetta nella colonna corrispondente.

		VERO	FALSO
1.1	Il riscaldamento delle abitazioni aumenta l'effetto serra, il raffreddamento non lo aumenta.		
1.2	Il raffreddamento delle abitazioni non aumenta l'effetto serra perché contribuisce a diminuire la temperatura dell'aria.		
1.3	L'effetto serra è positivo per la terra perché mantiene una temperatura a valori tali che consentono la vita.		
1.4	L'aumento dell'effetto serra comporta una diminuzione della temperatura terrestre perché gli inquinanti rendono l'atmosfera opaca e non attraversabile dai raggi del sole.		

- P2. L'energia elettrica può essere distinta a seconda della sua origine. Si parla di energia idroelettrica, termoelettrica, eolica, ecc.

In base alle tue conoscenze scrivi da quali fonti l'energia elettrica deve essere prodotta perché le affermazioni elencate di seguito siano possibili. Per ogni affermazione indica due tra le fonti possibili da cui si può produrre elettricità come nell'esempio.

AFFERMAZIONE	L'ENERGIA ELETTRICA DOVREBBE ESSERE PRODOTTA DA:
2.0 L'elettricità è prodotta da fonti rinnovabili.	<u>ACQUA</u> <u>SOLE</u>
2.1 Non vengono prodotti gas che aumentano l'effetto serra.
2.2 Non ci sono rischi di radioattività.
2.3 L'elettricità è prodotta da fonti non rinnovabili.

- P3. Tra le fonti più diffuse per produrre energia elettrica vi sono quelle di seguito elencate, ma ognuna di queste comporta un vantaggio o uno svantaggio per l'uomo o per l'ambiente. Indica per ognuna delle fonti, un **vantaggio** per l'uomo o per l'ambiente, scegliendo tra quelli elencati nella colonna a destra e riportando nell'apposito spazio la lettera corrispondente.

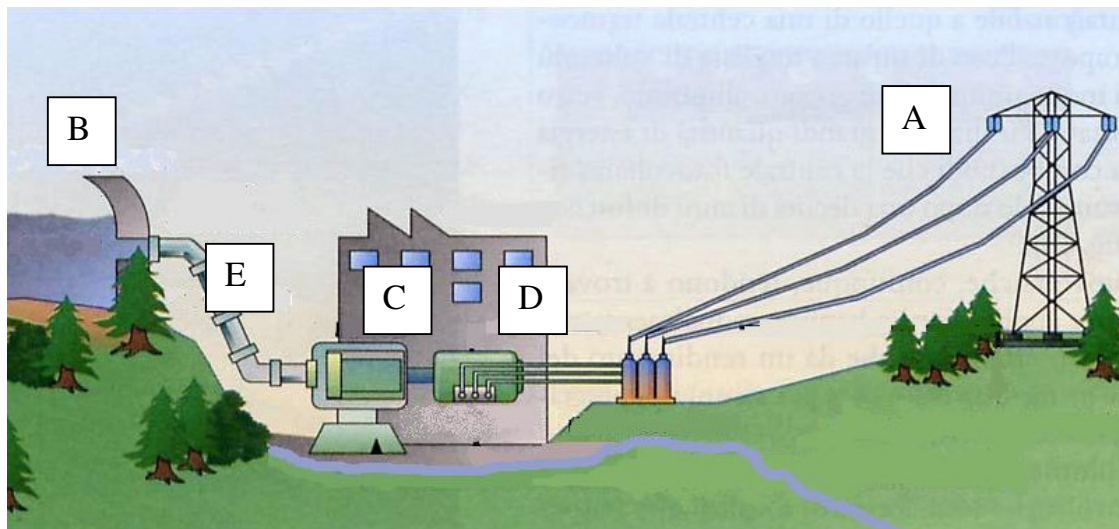
Fonte	VANTAGGI
3.1 Uranio	
3.2 Sole	
3.3 Combustibili fossili	

VANTAGGI E SVANTAGGI
A. E' gratuita.
B. Non c'è sempre.
C. Produzione di gas che aumentano l'effetto serra.
D. Produzione di scorie radioattive
E. Produce molta energia.
F. Può essere trasportata.
G. Produce energia pulita.
H. La produzione di energia è molto costosa.

- P4. Indica ora per le stesse fonti uno **svantaggio** per l'uomo o per l'ambiente, scegliendo tra quelli elencati nella colonna a destra e riportando nell'apposito spazio la lettera corrispondente.

Fonte	SVANTAGGI
4.1 Uranio	
4.2 Sole	
4.3 Combustibili fossili	

In questa figura è schematizzata una centrale idroelettrica.



P5. Nella tabella che segue sono indicati alcuni elementi della centrale: per ognuno di essi scrivi nella colonna di destra la lettera che indica la loro posizione nel disegno, come nell'esempio.

ELEMENTO	INDICATO DALLA LETTERA
5.0 Trasporto dell'elettricità	A
5.1 Diga	
5.2 Condotta	
5.3 Generatore	
5.4 Turbina	