

# Zero e dintorni

ELISABETTA MATASSI\* ED EMMA CURCI\*\*

## INTRODUZIONE

“Zero e dintorni”, un percorso multidisciplinare attraverso la matematica, la fisica e la filosofia, è il laboratorio con cui la classe III A del Liceo Scientifico “E. L. Martin” di Latisana ha partecipato alla VI edizione della manifestazione “La matematica dei ragazzi: scambi di esperienze tra coetanei”. Il progetto segue, a distanza di due anni, la realizzazione del laboratorio didattico “Verso l’infinito... e oltre” (presentato alla V edizione della manifestazione “La matematica dei ragazzi”) e ne vuole essere una naturale prosecuzione nell’ottica di un progetto pluriennale più ampio finalizzato all’educazione matematico-filosofico-scientifica. Il progetto didattico è stato inserito nel Piano dell’Offerta Formativa dell’Istituto per l’anno scolastico 2005/2006 e si è svolto parte in orario curricolare parte in orario extracurricolare, in quanto le tre ore settimanali di matematica previste nel piano di studi dei licei non sperimentali hanno reso non sempre agevole conciliare le esigenze di sviluppo del progetto con la necessità di prosecuzione delle attività didattiche “tradizionali”.

Il progetto, come già accennato, costituisce un percorso articolato su più ambiti disciplinari e finalizzato all’acquisizione di una serie di contenuti e competenze volte ad agevolare lo studente nella scoperta dello zero e dei suoi segreti attraverso percorsi differenziati, a livello disciplinare e metodologico, ma convergenti a livello di finalità e obiettivi. Il punto di vista viene dato da due sistemi di pensiero, quello matematico e quello filosofico, che da sempre hanno cercato di dare

una sistemazione rigorosa a un concetto affascinante, ma, nel contempo, angosciante. Lo zero è un numero come tutti gli altri? È stato scoperto o inventato? La sua introduzione risponde a una naturale necessità o può apparire come una “forzatura”? E ancora, che ruolo occupa nella storia del pensiero e come può essere rappresentato?

Da subito il viaggio alla scoperta dello zero è apparso estremamente interessante e si è offerto a molteplici spunti di riflessione anche legati alla quotidianità degli studenti. È stato osservato che dopo più di mille anni l'uso dello zero incontra ancora sottili resistenze e nel linguaggio comune (che spesso è specchio delle sensibilità di un'epoca) vi è una diffusa riluttanza a usare la stessa parola “zero”. Alcuni esempi: documenti e scontrini fiscali del 2000 spesso riportano la data in modo abbreviato (23/6/00, così come l'anno precedente avrebbero riportato 23/6/99), ma, a livello di linguaggio parlato, mentre nel 1999 era comune dire “ventitré giugno del novantanove”, nel 2000 raramente si è sentito dire “ventitré giugno dello zero”, ma solo “ventitré giugno del duemila”. Ancora: nella denominazione dei decenni si usa solitamente la locuzione “anni novanta” per gli anni 1990-99, ma come chiamare gli anni 2000-2009? Ovvero, come si chiamavano gli anni 1900-1909? Sarebbe logico chiamarli “anni zero”, ma non si è mai sentita una tale espressione. Infine, di un bambino che ha compiuto un anno si dice che ha un anno di età, ma di uno che non lo ha ancora compiuto non si dice che abbia zero anni, semmai che ha uno, due, tre mesi e, se ha meno di un mese, si dice che ha uno, due, tre giorni... Insomma, lo zero viene scrupolosamente evitato.

I motivi di tale riluttanza? Probabilmente è una eredità del latino che non aveva nemmeno il vocabolo “zero”. Essendo poi lo zero associato al concetto di nulla o di vuoto, parlare di anno zero può apparire strano, quasi si trattasse di anni fantasma, e i fantasmi, spesso, fanno paura.

Nel corso della riflessione è emerso inoltre che, anche in ambito scolastico, molte difficoltà di comprensione e la maggior parte degli errori di tipo algebrico (e non solo) vedono coinvolto lo zero. Diversi allievi hanno dichiarato di aver trascorso l'intera Scuola Primaria e buona parte di quella Secondaria chiedendosi perché “ $0:3$  è uguale a zero, ma  $3:0$  non si può fare” e concludendo, come purtroppo spesso accade, che, se così è stato detto dall'insegnante, così deve essere ed è meglio adeguarsi. E ancora, a livello di Scuola Secondaria Superiore, quanti hanno ancora dei dubbi sull'insieme di soluzioni dell'equazione  $0x = 0$  o quanti continuano, dopo anni, a concludere che la disequazione  $x \geq 0$  è risolta per ogni valore della variabile?

Estendendo la riflessione anche all'ambito fisico, gli studenti sono stati aiutati a osservare che, mentre tra i numeri naturali lo zero ha proprio il significato di *nulla, nessuno* (dire zero mele è come dire nessuna mela), tra i reali lo zero è solo un punto di riferimento, spesso arbitrario. Ad esempio, nella scala delle temperature esiste la temperatura zero, che non vuol dire affatto alcuna temperatura, così come in geografia l'altitudine di 0 m è quella del livello del mare, mentre la longitudine o corrisponde a quella dell'Osservatorio di Greenwich...

Dopo tanta riflessione, lo zero è apparso come un oggetto ancora sconosciuto o, comunque, come un qualcosa verso cui è lecito nutrire una certa diffidenza. Nella convinzione che spesso suscita paura e riluttanza ciò che non si conosce, si è deciso di intraprendere un viaggio alla scoperta dello zero, partendo dalla sua affascinante dimensione storica fino ad arrivare all'analisi del ruolo dello zero nel nostro sistema di numerazione e all'estensione del concetto di zero come elemento neutro alle operazioni non numeriche.

Dal punto di vista filosofico, gli allievi sono stati chiamati a interrogarsi sulle diverse modalità con cui la filosofia ha affrontato il tema della "descrizione" del *nulla*, dal "non essere" di tipo metafisico al "vuoto esistenziale". Ha scritto Simone Weil: "C'è un nulla da cui si fugge e un nulla verso cui ci si dirige". Tale affermazione ha rappresentato un importante spunto di riflessione e ha stimolato l'analisi sull'interpretazione filosofica del nulla.

#### GLI OBIETTIVI

Lo sviluppo del progetto si proponeva il raggiungimento delle seguenti finalità didattiche e formative:

##### SAPERE:

- acquisizione da parte dell'allievo di una serie di strumenti matematici che gli permettano di avvicinarsi al concetto di elemento neutro in termini razionali e non solo puramente intuitivi, attraverso la formulazione di ipotesi e congetture guidate;
- conoscenza del concetto di operazione interna e delle proprietà delle operazioni con particolare riferimento alla definizione di elemento neutro e nell'ottica di un avvicinamento al concetto di struttura algebrica;
- conoscenza della definizione operativa di temperatura in relazione alle diverse scale termometriche e del significato di Zero Assoluto in termodinamica e nella teoria cinetica dei gas;
- acquisizione di una terminologia corretta, rigorosa e adeguata ai diversi contesti;
- conoscenza del contesto storico-filosofico in cui le diverse problematiche sono maturate e si sono sviluppate.

##### SAPER FARE:

- sviluppo della capacità di utilizzare le conoscenze acquisite nell'individuazione delle proprietà delle operazioni numeriche e non numeriche;
- saper utilizzare i concetti acquisiti in contesti matematici diversificati (secondo livello di astrazione);
- sviluppo della capacità di analizzare, ed eventualmente elaborare, brevi percorsi interdisciplinari relativi ai temi in oggetto e di relazionare in merito, in contesti diversi da quello di classe;

- sviluppo della capacità di creare materiali divulgativi digitali e cartacei in un'ottica di trasmissione delle conoscenze.

#### SAPER ESSERE:

- sviluppo della capacità di lavorare in gruppo (in un contesto scuola dove l'apprendimento si fonda essenzialmente sulla rielaborazione individuale) attraverso una presa di coscienza delle proprie capacità e dei propri limiti in relazione a un obiettivo prefissato;
- maturazione dei processi di socializzazione e interazione fra pari rivolta a una conoscenza critica e consapevole delle proprie attitudini, ma anche delle proprie paure ed insicurezze;
- maturazione della capacità critica rispetto all'efficacia comunicativa e argomentativa nella trasmissione delle conoscenze, anche in relazione all'età degli ascoltatori.

#### TEMPI E FASI DEL PROGETTO

Il progetto “Zero e dintorni” si è articolato in quattro fasi:

1. PRESENTAZIONE DEI CONTENUTI: la fase di presentazione dei contenuti è stata preceduta da un'attività di carattere motivazionale, in cui gli studenti sono stati sollecitati a porsi degli interrogativi di carattere matematico, fisico e filosofico e sono stati incoraggiati a formulare delle congetture o delle ipotesi basate su conoscenze pregresse, ragionamenti euristici o anche solo personali intuizioni.

*Lo zero è stato inventato o scoperto? Chi sono gli artefici di questa straordinaria innovazione? Quale ruolo riveste lo zero nel nostro sistema di numerazione? Esistono, in altri ambiti matematici, oggetti che “si comportano” come lo zero? Conoscete un gruppo musicale che si chiama “ZERO ASSOLUTO”? Vi siete mai chiesti a quale ambito scientifico si riferisce questa espressione e che cosa indica? E ancora: qual è il significato dei termini “nulla”, “vuoto”, “assenza” nella storia del pensiero?*

Queste sono solo alcune delle domande poste agli allievi e poi, con lo sviluppo della discussione, dagli allievi stessi. Di particolare interesse sono le considerazioni emerse. Innanzitutto, gli allievi, provenienti dal biennio della scuola superiore, hanno dimostrato di possedere nozioni estremamente vaghe rispetto all'evoluzione del concetto di numero, tanto in epoca antica quanto in quella moderna, a testimonianza del fatto che, ancora troppo spesso, la dimensione storico-epistemologica del pensiero matematico viene, nella scuola, impoverita o addirittura negata.

Superata però una prima fase di scetticismo o incredulità (“Esiste anche la storia della matematica?” chiede stupita un'allieva), gli studenti hanno dimostrato interesse e curiosità rispetto alle caratteristiche dei sistemi di numerazione e all'uso dello zero nelle civiltà antiche, trovando negli spunti proposti un'occasio-

ne per completare la loro formazione storica e culturale e, nel contempo, per arricchire di significato i concetti matematici. I contenuti proposti nell'ambito delle diverse discipline coinvolte nel progetto sono stati i seguenti:

**STORIA DELLA MATEMATICA:** i sistemi di numerazione egizio e babilonese. Il sistema di numerazione greco. La matematica presso i Maya. La matematica presso gli Indiani. La “scoperta” dello zero e la sua introduzione nel sistema di calcolo occidentale.

**MATEMATICA:** definizione di legge di composizione interna. Proprietà (associativa, commutativa, esistenza dell'elemento neutro, esistenza del simmetrico). Introduzione al concetto di gruppo. Esempi significativi di individuazione dell'elemento neutro in contesti diversificati: l'insieme vuoto rispetto all'unione insiemistica, la tautologia rispetto alla disgiunzione logica, la funzione identica rispetto alla composizione di applicazioni, la matrice identità rispetto al prodotto di matrici.

**FISICA:** definizione operativa di temperatura e scale termometriche. La scala Kelvin. Significato fisico di  $T = 0$  e sue applicazioni tecnologiche.

**FILOSOFIA:** il concetto di nulla come “non essere” in Parmenide e Platone. I sofisti. Aristotele e l'infinito in potenza. Il vuoto filosofico.

**2. APPROFONDIMENTO DEI CONTENUTI E ORGANIZZAZIONE DEL LABORATORIO:** in questa seconda fase gli allievi hanno approfondito le tematiche affrontate nei diversi ambiti disciplinari attraverso testi di uso scolastico e non, materiale reperito in rete e appunti forniti dai docenti. Il lavoro di rielaborazione, propedeutico all'organizzazione del laboratorio, si è svolto a gruppi, in taluni casi venutisi a formare in modo spontaneo, in altri costituiti sulla base delle indicazioni del docente.

Data l'età degli allievi, si è cercato di agevolare le inclinazioni e gli interessi dei singoli, valorizzando in tal modo la maggior predisposizione di alcuni per gli studi umanistici, di altri per quelli scientifici. Non sempre però, all'interno dei diversi gruppi, la ripartizione dei ruoli e dei carichi di lavoro è avvenuta in maniera misurata e consapevole, costringendo spesso il docente a intervenire per riequilibrare le situazioni di difficoltà onde evitare, come spesso accade, che i più motivati si facciano carico della quasi totalità degli oneri, mentre i meno “volenterosi” si defilino dalle proprie responsabilità coperti dal gruppo.

Di particolare interesse, in questa seconda fase, è stata la preparazione dei diversi itinerari, differenziati in base all'età e alle conoscenze dei visitatori. In accordo con gli allievi, si è deciso di proporre un approccio al tema in oggetto anche per gli studenti della scuola media inferiore (oltre, naturalmente, a un itinerario privilegiato per gli allievi degli istituti superiori). Si è trattato di un lavoro estremamente interessante svolto sotto la stretta guida dei docenti, data la diffi-

coltà dimostrata dagli allievi (abituati a relazionarsi solo con i docenti e non con i propri pari) nel differenziare il linguaggio e le modalità espositive in relazione alle caratteristiche dell'uditorio.

Gli itinerari stabiliti sono stati sostanzialmente due, che, per quel che concerne la storia della matematica, la fisica e la filosofia, si differenziavano rispetto alla complessità e al rigore del linguaggio, mentre, per quel che riguarda la matematica, erano considerevolmente diversi anche nei contenuti.

PERCORSO 1 (SCUOLA MEDIA INFERIORE): esempi di operazioni numeriche → definizione di legge di composizione interna → proprietà associativa e commutativa → ruolo dello zero e introduzione al concetto di elemento neutro.

PERCORSO 2 (SCUOLA MEDIA SUPERIORE): definizione di legge di composizione interna → proprietà delle operazioni, con particolare riferimento all'esistenza dell'elemento neutro → esempi di operazioni non numeriche e individuazione dell'elemento neutro → introduzione alla definizione di gruppo.

3. PRODUZIONE DI MATERIALI: ogni gruppo di lavoro ha ideato, organizzato e realizzato materiali di supporto per l'allestimento della propria postazione all'interno del laboratorio, al fine di stimolare l'interesse dei visitatori e di agevolare la presentazione dei contenuti. I supporti predisposti sono stati i seguenti:

- due o tre cartelloni per ognuna delle quattro postazioni di lavoro, caratterizzati da semplici schemi riassuntivi del percorso proposto e da un gran numero di fotografie o disegni, al fine di offrire un naturale completamento degli ambienti e una traccia visiva di facile lettura;
- una presentazione in Power Point costituita da otto diapositive da proporre ai visitatori all'ingresso del laboratorio. Ogni diapositiva si riferiva a una singola postazione e suggeriva un approccio alle tematiche proposte in chiave problematica in modo da suscitare interesse e curiosità nel visitatore;
- un pieghevole in A4 di vari colori offerto a tutte le classi in visita contenente una breve presentazione dell'itinerario proposto, scritta dai ragazzi per i ragazzi e corredata da alcune informazioni relative alla storia della classe e alla scuola di provenienza;
- diverse schede di lavoro per ogni postazione rivolte ai visitatori e finalizzate a una rielaborazione autonoma da parte degli ascoltatori dei concetti esposti;
- un supporto in compensato con linee graduate scorrevoli per il confronto fra le diverse scale termometriche e l'individuazione dello zero assoluto.

4. SVOLGIMENTO DELLA MANIFESTAZIONE: in analogia a quanto fatto, nella V edizione della manifestazione, per il laboratorio “Verso l’infinito... e oltre” (cfr. prima parte del presente volume), anche in questo caso si è deciso di articolare il laboratorio su quattro postazioni idealmente coincidenti con le quattro proposte di approccio al tema dello zero.

Rispetto però all’esperienza dell’edizione precedente, che aveva visto nella difficoltà di gestione dei tempi uno dei suoi limiti più evidenti, si è scelto di non accentuare la proposta dal punto di vista della quantità dei contenuti e di privilegiare lo scambio e il dialogo tra relatori e visitatori, offrendo a questi ultimi la possibilità di “mettersi alla prova” attraverso la manipolazione del materiale presentato.

La possibilità di seguire parzialmente o totalmente il percorso tra le postazioni e la flessibilità nella scelta dell’itinerario ha permesso, nel corso della manifestazione, di suddividere le classi in visita in gruppi numericamente ridotti, facilitando lo scambio e la partecipazione attiva.

La partecipazione alla manifestazione è stata preceduta da una fase, dedicata alle “prove generali”, in cui gli allievi sono stati chiamati a testare l’efficacia delle scelte argomentative e delle modalità espositive adottate. Purtroppo, a differenza di quanto era successo in sede di preparazione del laboratorio “Verso l’infinito... e oltre”, i tempi ristretti non ci hanno consentito di presentare in via preliminare il laboratorio ad allievi esterni al gruppo classe e ciò non ha favorito una reale acquisizione di consapevolezza rispetto alle diverse problematiche della comunicazione.

L’itinerario proposto si è articolato in cinque momenti:

1. ACCOGLIENZA: l’ingresso dei visitatori nel laboratorio è stato accompagnato dalle note di un brano musicale degli “Zero Assoluto” (stimolo uditivo) in concomitanza allo scorrere, su un’ampia parete, delle diapositive della presentazione in *Power Point* (stimolo visivo).

La sovrapposizione delle due sollecitazioni ha creato un’atmosfera per certi versi suggestiva, che ha contribuito a favorire un approccio positivo e “curioso” alle esperienze proposte. Sempre a scopo motivazionale, sono state offerte ai visitatori le brochure con la descrizione sintetica dell’itinerario e, attraverso il supporto cartaceo offerto da un colorato cartellone, sono stati presentati alcuni aspetti certamente singolari inerenti la forte diffidenza che ancora circonda l’idea dello zero.

Terminata la fase di accoglienza, i visitatori sono stati invitati a dividersi in piccoli gruppi e sono stati indirizzati verso le diverse postazioni.

2. LO ZERO NELLA STORIA: dopo un breve excursus storico relativo ai sistemi di numerazione nelle civiltà antiche e al ruolo che in essi occupava (o non occupava) lo zero, i visitatori sono stati invitati a cimentarsi nello scrivere alcuni numeri, utilizzando i sistemi di numerazione dei popoli antichi, e sono stati guidati nella riflessione sulle diverse modalità di rappresentazione dello zero in analogia o in contrasto con il nostro sistema di numerazione.

3. LO ZERO IN MATEMATICA: partendo dal ruolo dello zero nel nostro sistema di numerazione, i visitatori sono stati sollecitati a riconoscerne il particolare “comportamento” rispetto alle diverse operazioni aritmetiche. Tale riflessione ha suggerito la possibilità che, in ambito matematico, ci possano essere altri “oggetti” che si comportano come lo zero (soprannominati dagli allievi di IV A “i cugini dello zero”). Da qui la rivisitazione del concetto di insieme vuoto rispetto all'unione insiemistica, di funzione identica rispetto alla composizione di applicazioni e di tautologia nella logica delle proposizioni come elementi neutri rispetto a una certa legge di composizione interna. Quando è stato possibile, la trattazione si è spinta fino all'introduzione delle proprietà formali con un primo cenno all'idea di struttura algebrica.

Anche in questo caso i visitatori hanno potuto mettersi alla prova attraverso l'utilizzo di materiali creati e proposti dagli allievi.

4. LO ZERO NELLA FISICA: dopo una breve introduzione relativa al concetto di temperatura e alla sua definizione operativa attraverso le diverse scale termometriche, i visitatori sono stati introdotti al concetto di zero assoluto in termodinamica, con particolare riferimento alle sue moderne applicazioni tecnologiche. I più piccoli hanno potuto “giocare” con le diverse scale termometriche, utilizzando un supporto in compensato dotato di linea graduata scorrevole, che ha facilitato l'individuazione dello zero e il “passaggio” da una scala all'altra.

5. LO ZERO IN FILOSOFIA: i visitatori si sono trovati di fronte a due grandi cartelloni; il primo riportava un grande punto interrogativo a indicare la specificità della filosofia e il secondo una vignetta con una domanda precisa: “Si può pensare al nulla?”. I visitatori sono stati invitati a porsi degli interrogativi e sono stati guidati nella formulazione di ipotesi e congetture. Forse, più che in altre postazioni le reazioni sono state molteplici e a tratti originali. Alla richiesta di tentare una concettualizzazione del “nulla”, la maggior parte ha proposto una caratterizzazione per sinonimi senza mai darne una definizione assoluta. Anche di fronte alla richiesta di rappresentare graficamente il vuoto, la gran parte dei visitatori ha lasciato il foglio bianco o ha raffigurato un cerchio indicandone l'interno. Tra le proposte più curiose va segnalata certamente la rappresentazione del vuoto come uno sturalavandini, dove il vuoto era lo spazio compresso dalla ventosa. Tale fase euristica ha preceduto la presentazione di alcune risposte all'interrogativo, offerte dalla filosofia nel corso dei secoli.

#### ANALISI DELL'ESPERIENZA

L'analisi dell'esperienza si fonda essenzialmente sulle osservazioni dirette del lavoro svolto dagli allievi prima, durante e dopo la manifestazione, su brevi ela-



borati prodotti dagli allievi al termine del progetto e sui questionari di valutazione loro somministrati in chiusura d'anno scolastico.

1. ASPETTI RELAZIONALI E DIFFICOLTÀ EMERSE: per quel che concerne la fase di preparazione che ha preceduto la manifestazione, va rilevato come all'inizio alcuni allievi abbiano accolto la proposta di partecipazione all'iniziativa con una certa preoccupazione. Le motivazioni di un tale atteggiamento sono molteplici. Innanzitutto, gli studenti della classe avevano partecipato, in qualità di visitatori, alla V edizione di "La matematica dei ragazzi"; in tale circostanza avevano avuto modo di visitare il laboratorio preparato dai loro compagni di istituto più grandi e la prospettiva di dover organizzare e gestire un laboratorio autonomamente pareva loro un'impresa "titanica". Emergeva inoltre la preoccupazione di un impegno eccessivo (soprattutto in orario extrascolastico) che, andandosi ad affiancare al già rilevante carico scolastico, avrebbe reso ancora più difficile il mantenimento dei livelli di profitto. La preoccupazione maggiore nasceva, in ogni caso, dalla prospettiva di dover "parlare in pubblico", ipotesi di fronte alla quale alcuni studenti opponevano addirittura un secco rifiuto.

A fronte di tali preoccupazioni si è ritenuto importante tranquillizzare gli studenti in merito alla valutazione (eventuali "insuccessi" non sarebbero certamente stati tradotti in una immediata valutazione sommativa) e, nel contempo, ricordare loro che l'esperienza prospettata poteva essere l'occasione per "mettersi in gioco" in modo diverso rispetto alle quotidiane richieste di performance scolastiche. Va in ogni caso rilevato che tali atteggiamenti di preoccupazione o scetticismo rispetto a proposte di apprendimento in contesti non formali sono spesso figli di una tradizione scolastica che, soprattutto nella scuola superiore, privilegia in modo indiscriminato l'apprendimento tradizionale, appiattito sullo schema duale lezione frontale - interrogazione.

In fase preparatoria, la maggior parte degli studenti ha dimostrato una buona autonomia nell'organizzazione del lavoro e ha gestito l'impegno con rigore e senso di responsabilità. Non sempre però, come già accennato, all'interno dei diversi gruppi di lavoro gli incarichi sono stati ripartiti in modo equilibrato e coerente. In più di un caso gli allievi (spesso le allieve) più motivati e responsabili hanno "preso in mano la situazione", accollandosi buona parte degli oneri al fine di consentire al gruppo il raggiungimento degli obiettivi prefissati.

Le maggiori difficoltà si sono però riscontrate durante la manifestazione e vanno ricercate nella profonda difficoltà dimostrata da alcuni allievi nel relazionare e relazionarsi con un uditorio non usuale. Solo una percentuale minoritaria di studenti è stata in grado di proporre il proprio percorso in modo non rigido, interagendo con i visitatori e adattando le modalità espositive alle caratteristiche e all'età degli stessi.

Dai questionari e dai brevi elaborati prodotti dagli allievi è emerso che la quasi totalità ha ritenuto positiva l'esperienza vissuta, in quanto ha rappresentato un modo diverso per apprendere i concetti matematici e ha migliorato le capacità

espositive. Dal punto di vista invece dei rapporti interpersonali, la maggior parte degli allievi ritiene che l'esperienza non sia servita a migliorare o rafforzare i rapporti, ormai piuttosto delineati, tra i compagni, ma piuttosto a consolidare amicizie e collaborazioni già esistenti. In merito alle difficoltà incontrate una percentuale significativa di allievi ha evidenziato la difficoltà nell'adottare strategie comunicative efficaci in sede di manifestazione, nonché l'incapacità di coinvolgere alcuni gruppi di visitatori apparsi piuttosto riluttanti al confronto.

2. ASPETTI LEGATI ALL'APPRENDIMENTO DELLA MATEMATICA: dal punto di vista dell'assimilazione dei contenuti proposti, le prove di valutazione effettuate al termine del progetto hanno chiaramente evidenziato un miglioramento dei livelli di profitto nella quasi totalità degli allievi. La necessità di dover proporre a un pubblico esterno i contenuti appresi ha favorito il raggiungimento di una reale padronanza degli stessi nei termini del "saper fare" e non solo del "sapere". Prima dell'avvio del progetto, su 14 allievi 5 presentavano, in matematica, livelli di preparazione non sufficienti; al termine dell'anno scolastico, 4 di essi hanno migliorato di almeno un punto il proprio livello di profitto e solo uno non è riuscito incrementare i propri standard di prestazione.

3. EFFETTI A BREVE E A LUNGO TERMINE DELL'ESPERIENZA DIDATTICA: a breve termine diverse e rilevanti sono state le ricadute dell'esperienza, non solo rispetto alla classe direttamente coinvolta, ma sull'intero Istituto. Il progetto "Zero e dintorni" è stato riproposto, per le classi IV A e III B dell'Istituto, all'interno del Piano dei Progetti per l'a.sc. 2006/2007 e vedrà la collaborazione di un nuovo docente (Giuseppe Lucilli - Matematica e Fisica). Gli obiettivi prefissati sono i seguenti:

- creazione di un laboratorio permanente di matematica sui temi dello zero e dell'infinito usufruibile da tutte le classi dell'Istituto;
- ampliamento dei contenuti proposti in chiave interdisciplinare, con l'inserimento di nuovi percorsi conoscitivi e di approfondimento (il tema della rappresentazione del vuoto nella storia dell'arte, il problema dell'uso dello zero nei linguaggi di programmazione informatici);
- la creazione di un ipertesto che raccolga gli approfondimenti prodotti dagli allievi;
- l'utilizzo del laboratorio in progetti di orientamento in entrata, per gli allievi delle scuole medie inferiori.

NOTE

\*Liceo Scientifico “E.L. Martin”  
di Latisana (UD)  
e-mail: matassi.elisabetta@libero.it  
\*\* Liceo Scientifico “E.L. Martin”  
di Latisana (UD)

BIBLIOGRAFIA

BECKERMAN S., 1998, *If zero is not a value, then can we count on nothing?*, State College Pennsylvania.  
BELLIPANNI M., 2005, *Insieme, strutture e calcolo*, FORCOM, Roma.  
BERZOLARI L., 1979, *Enciclopedia delle matematiche elementari*, Hoepli, Milano.  
BOYER C.B. , 1968, *Storia della Matematica*, Mondadori, Milano.  
BURTON D.M. ,1985, *The History of Mathematics: an Introduction*, Wm.C. Brown, Dubuque.  
HERSH R., 2001, *Cos'è davvero la matematica*, Baldini e Castoldi, Milano.  
KAPLAN R., 1999, *Zero. Storia di una cifra*, Rizzoli, Milano.  
KLINE M., 1972, *Storia del pensiero matematico*, Einaudi, Torino.

SITI WEB

[http:// wikipedia.org/wiki/Zero](http://wikipedia.org/wiki/Zero)  
[http:// www.liceofoscarini.it/didattic/astro/zoro.html](http://www.liceofoscarini.it/didattic/astro/zoro.html)  
[http:// lgxserver.uniba.it/lei/rassegna/021228e.htm](http://lgxserver.uniba.it/lei/rassegna/021228e.htm)  
[http:// www.fralenuvol.it/albero/sapere/simboli/cerchio.php](http://www.fralenuvol.it/albero/sapere/simboli/cerchio.php)