

La rappresentazione grafica dei dati: utile supporto per l'insegnante-ricercatore

R. Larcán, P. Oliva, F. Cuzzocrea
Università di Messina

PREMESSA

Sono state ampiamente evidenziate l'opportunità e l'utilità, per l'insegnante, di una impostazione scientifica della sua attività didattica, non soltanto per garantire una maggiore oggettività alla valutazione, ma anche per poter usufruire di tempestivi feedback sul proprio operato e, soprattutto, per avere un monitoraggio costante e attendibile dei progressi o delle eventuali difficoltà dei propri allievi (Larcán, Cuzzocrea, 2005).

Potrebbe non apparire utopistica l'idea di un insegnante che formula le sue ipotesi non solo sorretto dalle sue conoscenze e dalla padronanza delle tecniche didattiche, ma anche spinto dalla stessa appassionata curiosità scientifica del ricercatore, disposto a progettare i suoi interventi e soprattutto a valutarne l'efficacia con la stessa meticolosa precisione, pronto a rimettere in discussione i capisaldi teorici e metodologici delle conoscenze acquisite, se nella formazione degli insegnanti fosse previsto un periodo di training orientato in questa direzione.

Anche se le resistenze sono molte e di varia natura, non smettiamo di sperare che siano proprio gli insegnanti a voler sperimentare se stessi in questa nuova veste di insegnanti-ricercatori, e siamo convinte (l'esperienza finora ci ha dato ragione!) che i risultati non tarderanno ad arrivare. Una volta compresa l'importanza della misurazione e appresi i primi rudimenti metodologici per mettere in pratica i principi acquisiti, l'esperienza farà il resto.

Ma, quali sono i punti veramente critici del processo di misurazione-valutazione didattica *sperimentale*? Innanzitutto la fase di progettazione e organizzazione, ovvero la definizione operativa del piano di lavoro e, successivamente, la fase di sintesi ed interpretazione delle misure rilevate. Le fasi intuitive e "creative" del lavoro didattico vengono prima e dopo. La formulazione delle ipotesi di lavoro, la scelta dei metodi più adeguati ad ogni specifica situazione, la gerarchizzazione degli obiettivi, presuppongono un bagaglio di conoscenze e competenze da elaborare e adattare in maniera originale ai diversi casi da affrontare.

La parte centrale del lavoro richiede prevalentemente competenze tecniche, senza le quali non si può accedere alla fase successiva, che consiste nel riuscire a cogliere, dai risultati ottenuti, i punti di forza e di debolezza del proprio lavoro, in maniera oggettiva ed affidabile. Solo acquisendo questa consapevolezza e capacità critica si può realizzare un vero processo di maturazione professionale.

In un insegnamento non sorretto da una corretta impostazione metodologica, i rischi di errore sono molto elevati. Chi ci garantisce, ad esempio, che i progressi che ci sembra di cogliere nelle prestazioni scolastiche di un allievo siano effettivamente il risultato del nostro intervento didattico e non siano invece dovuti ad altre ragioni o si siano prodotti per caso, o peggio, non siano solo una proiezione delle nostre speranze (effetto Rosenthal)?

O, al contrario, chi ci garantisce che, offuscati dal persistere degli insuccessi, non tendiamo a ignorare o a sottovalutare un risultato che invece meriterebbe di essere evidenziato ed enfatizzato?

In entrambi i casi, le conseguenze, a breve e a lungo termine, potrebbero essere nefaste.

Comprendiamo bene, quindi, l'opportunità di una progettazione attenta e scrupolosa, in grado di prevenire e contrastare possibili fonti di errore.

Nella progettazione di una sperimentazione didattica si può procedere in due modi: un modo più sbrigativo, che serve a verificare gli eventuali progressi dell'allievo (o dell'intera classe), che consiste nel fare delle rilevazioni periodiche, in relazione ai parametri di misura prescelti (frequenza, durata, percentuale di risposte corrette, numero di tentativi per raggiungere il criterio di padronanza, ecc.; vedi Larcán, Cuzzocrea, 2005, pagg. 37-40) e verificare nel confronto l'entità del cambiamento.

Le rilevazioni possono avere qualsiasi cadenza, essere cioè, ad esempio, settimanali, mensili, trimestrali, in base agli obiettivi su cui si sta lavorando, ma, ovviamente, devono essere effettuate in assenza di trattamento.

La seconda modalità, più complessa ed articolata, richiede un impegno maggiore, ma è certamente in grado di fornire una maggiore quantità di informazioni, che possono rivelarsi estremamente utili e rilevanti per il nostro insegnante-ricercatore.

Questa modalità consiste nell'effettuare le rilevazioni non solo prima e dopo l'intervento didattico, ma anche mentre l'intervento è ancora in corso. Questa procedura fornisce un monitoraggio costante del processo di apprendimento e contemporaneamente consente di verificare in corso d'opera e in maniera oggettiva l'efficacia dei metodi utilizzati, così da poter intervenire tempestivamente, modificando, lievemente o radicalmente, il piano d'intervento.

Il piano classico viene denotato con le lettere $A - B - A'$. "A" si riferisce alle misurazioni effettuate *prima* di iniziare l'intervento didattico. In termini tecnici, questa fase viene definita di "base-line", misurazioni di base o, come solitamente è denominata dagli insegnanti, "valutazione d'ingresso", ma con una connotazione di maggiore specificità. Ricordiamo che "A" rappresenta la variabile osservata e, nel nostro piano di ricerca, si riferisce ad uno o più aspetti (parametri) del comportamento che si vuole modificare. Poniamo ad esempio che l'obiettivo sia insegnare le moltiplicazioni ad una cifra. Dopo aver verificato che l'alunno (o l'intera classe) possieda tutti i prerequisiti per tale apprendimento, si potrebbe predisporre una prova che contenga 10 moltiplicazioni a una cifra, scegliendo uno o più parametri per valutarne il livello di competenza di base (ad esempio: percentuale di risposte corrette, numero e tipologia di errori, tempi di risposta, ecc.).

A questo punto, in base ai risultati ottenuti, si sceglie il metodo d'insegnamento che si ritiene più adeguato e si mette in atto per un periodo di tempo definito, durante il quale (fase B), a cadenza costante, si continuano a proporre compiti analoghi a quelli utilizzati nella fase A.

Quali domande potrebbe porsi a questo punto il nostro insegnante-ricercatore?

Innanzitutto: i dati del base-line sono stabili, vale a dire, indicano inequivocabilmente un certo livello di competenza, attraverso i parametri di misura scelti? Cosa è accaduto appena l'insegnante ha iniziato il suo intervento didattico: si è rilevato subito un cambiamento o il livello di prestazione è rimasto inalterato? Il cambiamento è stato repentino e sensibile oppure lento e graduale? L'andamento del cambiamento è stato costante o caratterizzato da alti e bassi, oppure ancora, dopo un iniziale progresso, il livello di prestazione si è stabilizzato e non si è registrato più alcun miglioramento?

Comprendiamo bene il diverso significato che le risposte a ciascuno di questi quesiti possono assumere per l'insegnante e quanto possa essere determinante una loro corretta interpretazione ai fini del processo di insegnamento-apprendimento.

Solo quando l'andamento dei dati si sarà stabilizzato, sarà opportuno passare alla fase successiva "A'", che consiste nella sospensione dell'intervento didattico. Una serie di misurazioni in questa condizione ci dirà se, e in quale misura, l'intervento sia stato efficace.

Cosa accade appena viene sospeso l'intervento? Il livello di prestazione rimane costante o si registra una progressiva (o repentina) riduzione? In che misura si è modificato (se si è modificato!) rispetto alla fase iniziale di base-line? E' stato raggiunto un livello soddisfacente?

E' inutile sottolineare quanto sia importante prevedere anche un'ulteriore fase "di generalizzazione", per verificare che il livello di apprendimento raggiunto non sia circoscritto a specifici contesti o agli specifici materiali utilizzati durante la "sperimentazione". Così come appare ovvia l'utilità di inserire nel proprio piano di lavoro una o più fasi, dette di *follow-up*, analoghe alla fase "A'", a distanze di tempo prestabilite, per controllare il mantenimento dell'apprendimento e valutare l'opportunità di periodici richiami della fase B, ovvero l'inserimento di altre fasi di intervento, che potrebbero essere denominate "C", o "BC" o altro.

Potrebbe accadere, infatti, che l'insegnante voglia verificare l'effetto combinato di due condizioni o di due diversi metodi, in questo caso le lettere che denotano ciascuna delle due procedure si presenteranno ravvicinate senza alcun trattino (es. BC). Facciamo un esempio: dopo aver concluso la fase A, che consiste nella condizione di base-line, si passa alla fase B, di intervento, che consiste in una distribuzione contingente di tokens (rinforzatori simbolici). Dopo averne valutato l'efficacia (confrontando le misure ottenute nella fase B con quelle ottenute nella fase di base-line e in una successiva fase di verifica A', uguale al base-line), si decide di associare all'uso contingente di tokens (B) una nuova condizione, C, che indica una procedura di costo della risposta (sottrazione di rinforzatori contingentemente ad ogni errore), la combinazione della procedura di tokens contingenti (B) e del costo della risposta (C) costituisce una nuova condizione, denominata BC. Per verificare l'efficacia delle pratiche congiunte di token e costo della risposta sarà opportuno inserire altre due fasi, una di sospensione del trattamento (A''), e una di reintroduzione del trattamento (BC). La sequenza delle condizioni riportate nell'esempio corrisponderebbe così ad un piano A-B-A''-BC-A''-BC.

Aggiungere virgolette alle lettere che simbolizzano le fasi di trattamento indica che le condizioni sono state in qualche modo modificate. Per esempio, ipotizziamo che un programma, pianificato per insegnare agli studenti una nuova abilità, preveda l'erogazione di un rinforzo continuo ad ogni risposta corretta. Una volta raggiunto il criterio prefissato, l'insegnante decide di attuare un cambiamento, di elargire, cioè, un rinforzo ogni due risposte corrette e successivamente ogni tre risposte corrette, e così via...; questa procedura sarà indicata con le lettere B, B', B''. Analogamente, è possibile numerare le diverse condizioni A₁-B₁- A₂-B₂ per indicare che condizioni simili sono state replicate in tempi diversi.

Una regola importante in questo tipo di "sperimentazione" è quella di variare un solo fattore alla volta. Se due condizioni vengono cambiate simultaneamente, diventa difficile decidere se un'eventuale modificazione del comportamento sia causata dalla variazione di una condizione o dell'altra o dall'effetto combinato di entrambe. È importante assicurarsi che la *condizione sperimentale* (intervento) sia presente esclusivamente nelle fasi in cui è prevista e non agisca né nella fase di base-line (A), né nelle condizioni che seguono immediatamente gli interventi. Solo così, infatti, è possibile isolare l'effetto di ogni intervento sul comportamento osservato, consentendo di valutare l'esistenza di una relazione causale tra l'intervento e la modificazione auspicata.

Misurare costantemente il comportamento però non basta, è necessario provvedere ad una descrizione sistematica delle condizioni entro le quali il comportamento è stato monitorato e valutare correttamente gli eventuali cambiamenti (Michael, 1974). Questa sequenza di operazioni consente agli insegnanti di individuare ed isolare i fattori che condizionano certi comportamenti degli studenti e il loro processo di apprendimento. Spesso però la mole dei dati raccolti è tale da non consentire una immediata lettura. Si rende necessaria, perciò, una sintesi che ne faciliti la descrizione e l'interpretazione.

Il passaggio più semplice e più opportuno consiste quindi nella costruzione di un grafico e nella successiva analisi visiva dei dati riportati.

Esistono ormai numerosi software di facile utilizzo, come ad esempio il programma Excel di Office, che, dopo che sono stati inseriti opportunamente i dati, con un semplice click, li riproduce graficamente in qualsiasi forma si desideri (istogramma, grafico lineare o a torta, ecc). Un'azienda che voglia rendersi conto di quale sia l'andamento delle vendite, in pochi secondi può visualizzare ogni dettaglio della situazione e prendere quindi rapidamente e con oculatezza gli opportuni provvedimenti. Allo stesso modo, il nostro insegnante-ricercatore, se ha correttamente progettato e realizzato il suo piano d'intervento e le relative misurazioni, potrà con estrema facilità riportare tutte le rilevazioni effettuate su un grafico che renderà certamente più agevole la "lettura" e l'interpretazione dei dati.

La sintesi grafica, come è noto a qualsiasi ricercatore, facilita notevolmente la valutazione dei risultati, in quanto consente un'immediata individuazione della relazione fra la variabile indipendente (nel nostro caso l'intervento didattico) e la variabile dipendente (effetti sull'allievo o sulla classe), e soprattutto rende più attendibili e condivisibili le decisioni, le valutazioni e le conclusioni cui si perviene. Come si è detto, si tratta di una procedura piuttosto semplice e rapida, di facile realizzazione e che contribuisce a supportare la scelta di continuare lo stesso tipo di intervento, di cambiarlo o addirittura interromperlo. Tra l'altro, i grafici non solo hanno il grosso pregio di dare un senso ai numeri, ma possono essere considerati, come affermano Wainer e Velleman (2001), espressione di un "linguaggio universale". Un grafico può, infatti, diventare oltre che uno strumento di supporto dell'attività didattica, un feedback per l'allievo, che vede materializzarsi i suoi successi, o una prova per genitori increduli, o un parametro di confronto con i colleghi nei consigli di classe (nei quali spesso si discute

solo sulla base di *impressioni* personali che mancano di un elemento oggettivo che dia sostegno alle parole).

TIPI DI GRAFICO

La capacità comunicativa di un grafico è proporzionale alla chiarezza, semplicità e accuratezza con cui fornisce le informazioni al lettore (Parsonson & Baer, 1986).

La scelta tra i diversi tipi di grafici esistenti (lineare, a barre, istogramma, ecc.) è subordinata alla tipologia di dati di cui si dispone, allo scopo che si intende raggiungere e alle persone alle quali, attraverso il grafico, si vuole “comunicare” qualcosa.

Alcuni grafici (grafico a barre ed istogramma) sono prevalentemente indicati per descrivere la distribuzione (o distribuzione della frequenza) dei punteggi; in particolare, tali grafici indicano quali punteggi sono più frequenti e quali, invece, appaiono più raramente.

Il **grafico a barre** è solitamente utilizzato per rappresentare dati discreti e per confrontare dati raccolti in fasi differenti (es. prima e dopo un intervento didattico). Ciascuna “barra” rappresenta una variabile categoriale. Immaginiamo, ad esempio, di voler rappresentare graficamente la distribuzione di frequenza degli alunni “promossi” e “bocciati” nell’ultimo anno scolastico. In questo caso bisogna indicare sull’asse delle ascisse le categorie prescelte, segnando per convenzione intervalli di ampiezza uguale e non adiacenti. Sull’asse delle ordinate, su cui è rappresentato il numero progressivo degli studenti, si segna la frequenza. Ogni rettangolo (o barra) avrà, quindi come base un intervallo convenzionale che rappresenta una certa categoria (in questo caso: promossi – bocciati) e, come altezza, la frequenza, ovvero il numero di elementi presenti in ciascuna categoria (in questo caso: quanti studenti sono stati promossi e quanti bocciati). Lo stesso tipo di dati può essere rappresentato anche tramite un grafico a torta (vedi figura 1).

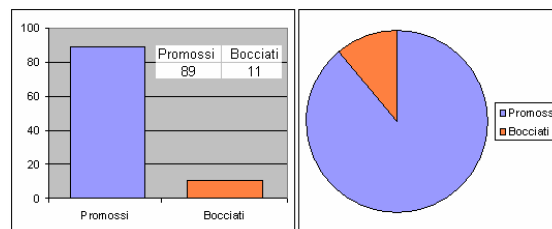


Fig. 1 Esempio di grafico ad una singola barra o a torta. Entrambi adeguati per rappresentare variabili discrete.

La procedura è piuttosto semplice e può essere fatta senza l’ausilio del computer. In ogni caso, se si vuole garantire una grafica migliore è sufficiente inserire nelle celle di Excel i nomi delle categorie e la rispettiva frequenza, quindi cliccare sull’icona dei grafici e scegliere “Istogramma”¹, oppure “Torta”. Il computer elaborerà automaticamente il grafico.

Il grafico a *barre multiple*, invece, può essere utilizzato per descrivere la frequenza media di comportamenti diversi, monitorati contemporaneamente in più condizioni. Supponiamo di voler rappresentare graficamente i voti ottenuti dagli alunni nel 1° e nel 2° trimestre sia in italiano che in matematica. In questo caso dovremmo rappresentare i dati utilizzando un grafico a barre multiple in quanto le variabili che vogliamo rappresentare sono due: 1) le discipline (Italiano e Matematica) e 2) i diversi periodi in cui è stata effettuata la valutazione (1° e 2° trimestre). In questa situazione il programma Excel può essere di aiuto. In primo luogo dobbiamo calcolare la media dei voti ottenuti dagli studenti e riportarla nelle celle di Excel.

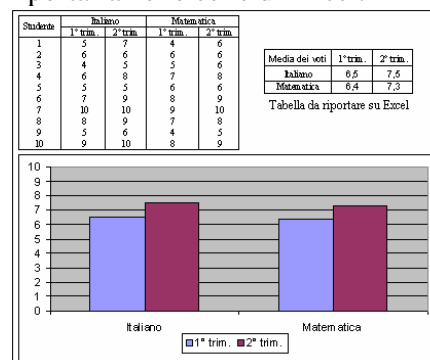


Fig. 2 Esempio di grafico a barra multipla.

¹ E’ opportuno sottolineare che il programma Excel non fa distinzione fra il grafico a barre e l’istogramma.

Quindi, basta cliccare sull'icona grafici e scegliere il grafico Istogramma. Il computer elaborerà automaticamente il grafico selezionato (figura 2).

Simile al grafico a barre, ma più versatile e analitico, è l'**istogramma**. A differenza del grafico a barre, che serve a rappresentare categorie separate e senza rapporti di continuità, l'istogramma è una rappresentazione grafica di una funzione nota solo per un certo numero di valori della variabile prescelta. Mentre nel grafico a barre i rettangoli che rappresentano la frequenza sono staccati, nell'istogramma i rettangoli sono adiacenti e ognuno di essi ha per base un certo intervallo della variabile e un'altezza tale che la sua area rappresenti, nella scala prefissata, il relativo valore globale della funzione. Facciamo un esempio. Riportiamo sull'asse orizzontale (asse delle ascisse) l'indicazione dei voti ottenuti dagli studenti durante il I trimestre, e sull'asse verticale (asse delle ordinate) la scala relativa alla loro frequenza. Riportando il valore di f (frequenza) in corrispondenza di ciascun valore di x (voto) nel grafico si ottengono una serie di colonnine di diversa altezza che consentono una visione immediata della distribuzione dei voti durante l'arco di tempo considerato. Supponiamo di avere una classe con 10 alunni e che questi abbiano avuto i seguenti voti a fine trimestre: 6 – 7 – 8 – 5 – 7 – 9 – 8 – 9 – 10 – 6.

Procediamo quindi a calcolare le frequenze dei voti e saranno queste ad essere riportate sull'asse delle ordinate (Figura 3).

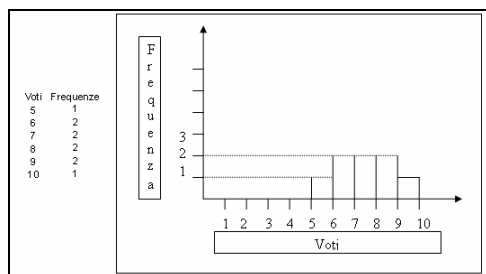


Figura 3 - Esempio di istogramma.

Naturalmente, se poi facciamo la stessa cosa con le valutazioni del II trimestre, potremo fare dei confronti e vedere ad esempio, che mentre nel I trimestre i voti più frequenti erano dal 6 al 9, nel II trimestre sono stati più bassi. Si è cioè registrato un calo delle prestazioni degli studenti.

Nel caso in cui i valori di cui vogliamo rappresentare le frequenze sono molti e le frequenze per ciascun valore sono basse, può essere utile raggrupparli in "classi". Supponiamo ad esempio di voler valutare quanti problemi di matematica 10 studenti del 1° anno del 1° ciclo hanno svolto correttamente durante l'intero anno e supponiamo che l'insegnante di matematica abbia fatto svolgere in classe complessivamente 20 problemi. In questo caso, i valori interni (X_i) andranno da 1 (un solo problema) a 20 (tutti i problemi risolti correttamente). Si tratta, quindi, di costruire una distribuzione di frequenza raggruppando i dati per classi (in questo caso potremmo scegliere un'ampiezza 5) che comprendono tutti i valori (x) inclusi in ciascuna classe. Avremo così 4 classi (definite *limiti tabulati*): 1° (1-5); 2° (6-10); 3° (11-15); 4° (16-20). Si tratta adesso di stabilire quanti soggetti rientrano in ciascuna classe, per poi valutare la frequenza di ciascuna classe. Nella tabella 1 si può visualizzare in quale classe (range) si colloca ciascun alunno (ovvero quanti problemi ha risolto), quanti alunni si collocano in ciascuna delle 4 classi (frequenze di ogni classe - f_i), e le frequenze relative (in percentuale) di ciascuna classe ($f_i\%$).

Bambino	X	1-5	6-10	11-15	16-20
1	4	•			
2	6		•		
3	0	•			
4	7		•		
5	4	•			
6	9		•		
7	10		•		
8	12			•	
9	15				•
10	20				•
Frequenze relative (f)		3	4	1	2
Frequenze percentuali (f%)		30 %	40 %	10 %	20 %

Tabella 1 – Frequenze relative e frequenze in percentuale degli allievi, in relazione al numero di problemi risolti.

Le frequenze percentuali si calcolano dividendo la frequenza (n° di alunni che si è collocato in una certa classe) per il totale dei soggetti (in questo caso 10) e moltiplicando per cento [es. $(3/10) \times 100 = 30\%$]. Prima di procedere alla rappresentazione grafica di tali dati, bisognerà calcolare, con una semplice procedura aritmetica, il valore centrale del range ed i limiti reali inferiori e superiori, che sono quelli che poi appariranno sull'istogramma. Il valore centrale di ogni classe (X_c) si calcola dividendo per 2 la somma dei limiti tabulati inferiori e superiori di ogni classe (nella classe 1-5, il limite inferiore 1 si somma al limite superiore 5 e il totale si divide per 2). Per calcolare i limiti inferiori e superiori reali si sottrae (limite inferiore) e si aggiunge (limite superiore) 0,5, ovvero la metà dell'unità di misura della variabile X (che nel nostro caso è 1). La procedura e i calcoli sono riportati nella tabella 2):

Limiti tabulati	procedura	Valore centrale (X_c)	Limiti reali inferiori	Limiti reali superiori
1-5	$(1+5)/2$	3	$1-0,5$ 0,5	$5+0,5$ 5,5
6-10	$(6+10)/2$	8	$6-0,5$ 5,5	$10+0,5$ 10,5
11-15	$(11+15)/2$	13	$11-0,5$ 10,5	$15+0,5$ 15,5
16-20	$(16+20)/2$	18	$15-0,5$ 15,5	$20+0,5$ 20,5

Tabella 2 - Valore centrale e limiti reali inferiori e superiori delle classi con ampiezza 5

A questo punto si può procedere alla rappresentazione grafica dei dati mediante l'istogramma (figura 4).

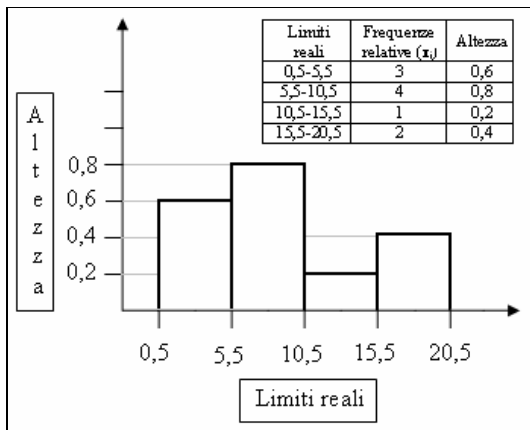


Figura 4 - Esempio di istogramma con punteggi espressi in range.

Riportiamo sull'asse delle ascisse i limiti reali delle classi e, sull'asse delle ordinate, l'altezza, che si calcola dividendo la frequenza di ciascuna classe (f_i) per l'ampiezza della classe stessa (che, nel nostro caso, è sempre 5). Per esempio: per la classe 1-5, l'altezza è data da $3 (f_i) / 5$ (ampiezza della classe).

Gli stessi dati possono essere rappresentati anche attraverso il cosiddetto **poligono**.

In questo caso, però, sull'asse delle ascisse, invece che i limiti reali, si riportano i valori centrali medi (X_c) e nel grafico non si visualizzeranno le classiche barrette, ma una linea. Si segna, infatti, con un punto l'incrocio fra l'altezza di ciascuna classe e il rispettivo valore centrale, e, unendo tra loro tutti i punti, risulterà un grafico simile a quello rappresentato nella figura 5.

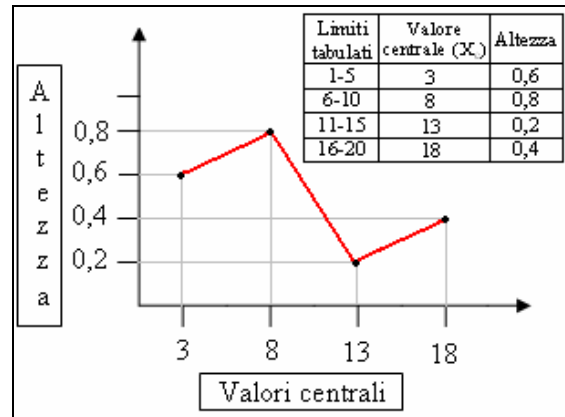


Figura 5 - Esempio di Poligono.

I **grafici lineari** sono forse quelli più conosciuti e utilizzati, anche se, come sostengono alcuni studiosi, non sempre consentono al lettore di interpretare con facilità i cambiamenti di livello e di trend, tra una fase e quella successiva, dei dati che rappresentano (Morales, Dominguez, Jurado, 2001). Ciò nonostante è indubbio che tale modalità grafica presenta numerosi vantaggi: è semplice da costruire e permette all'insegnante-ricercatore di valutare l'effetto di un intervento sulla variabile osservata, facilitando così la sua decisione di mantenere o modificare il tipo di attività intrapresa.

Nel grafico lineare, i punti segnati corrispondono alla posizione assunta dai diversi valori dei dati lungo l'asse delle ascisse e delle ordinate (esempio: numero di errori commessi nei compiti in classe). Tutti i punti vengono poi uniti da una linea marcata, che indica la successione temporale del processo di rilevazione.

Costruzione del grafico

Per costruire un grafico, indipendentemente dalla tipologia prescelta, è bene ricordare che l'asse orizzontale di solito si riferisce alla variabile osservata; mentre i valori dell'asse verticale corrispondono a quelli ottenuti nelle singole misurazioni. E' quindi sempre opportuno fornire una chiara "legenda", specificando cosa rappresenta ciascun asse, quali unità di misura sono state usate e quali valori corrispondono alle posizioni lungo l'asse.

Il modo in cui i dati sono presentati e l'adeguatezza del tipo di grafico utilizzato sono cruciali ai fini della sua fruibilità. Solo se il grafico scelto è in grado di sintetizzare con chiarezza le operazioni effettuate, si potrà comprenderne l'utilità e ricavarne le informazioni necessarie (Parsonson & Baer, 1986). Per questo motivo, è importante non solo scegliere il tipo di grafico più adeguato al tipo di dati che si vogliono rappresentare e alle informazioni che si vogliono ricavare o fornire, ma è anche essenziale curarne attentamente le proporzioni e la leggibilità.

Il rapporto, convenzionalmente stabilito, tra l'asse delle ordinate (asse delle y) e l'asse delle ascisse (asse delle x) è fissato nella frazione di 2/3; ciò consente di limitare il grado di distorsione percepita; infatti, se la scala delle ordinate fosse più lunga del valore prefissato, potrebbe verificarsi un'impropria alterazione nella raffigurazione dei dati, causata dall'eccessiva ampiezza dell'asse delle ordinate. La variabile osservata deve essere contraddistinta da opportune indicazioni, disposte lungo l'asse delle ordinate; mentre, la frequenza con cui i dati sono raccolti (sessioni, giorni, settimane) si indica lungo le ascisse.

Sull'asse delle ordinate solitamente sono riportati il valore minimo (0%) e il valore massimo (100%) della scala di misura utilizzata. Nel caso in cui, però, tutti i dati siano considerevolmente al di sotto del 50%, l'altezza dell'asse può essere ridotta, riportando come valore massimo il 50%.

Questo renderà il grafico molto più chiaro e leggibile.

Anche il titolo, la legenda, l'indicazione delle condizioni previste e delle fasi di rilevazione dovranno essere sintetiche, ma al tempo stesso esplicative; dovranno, infatti, consentire al lettore la rapida individuazione delle variabili poste in relazione e della procedura di rilevazione e misurazione utilizzata. Per discriminare condizioni diverse in un istogramma (es. compiti in classe e compiti a casa, oppure procedure didattiche diverse) si utilizza, solitamente, una linea verticale ben marcata; mentre un cambiamento entro la stessa condizione si indica con una linea verticale sottile o tratteggiata.

Se nello stesso grafico (lineare) vengono riportate diverse distribuzioni di dati da mettere a confronto, per evidenziare i punti corrispondenti ai valori si possono utilizzare forme geometriche diverse (piccoli cerchi, quadrati, triangoli), allo scopo di favorire la rapida individuazione del valore di ogni punto in relazione all'asse delle ordinate e all'asse delle ascisse e meglio discriminare tra loro le diverse distribuzioni.

Quando il numero delle rilevazioni è molto elevato, anche se generalmente è sempre opportuno rappresentare tutti i dati, per ridurre il numero di punti da riportare sul grafico, è consigliabile operare una sintesi, calcolando la media dei punteggi ottenuti in due o più sessioni entro fasi adiacenti; ciò riduce notevolmente la lunghezza dell'asse delle ascisse e il numero di punti da inserire nel grafico.

INTERPRETAZIONE DEL GRAFICO

Quali sono gli elementi più rilevanti che un insegnante-ricercatore deve saper analizzare e valutare per interpretare gli effetti del suo intervento?

La valutazione dei dati richiede la capacità di interpretare il significato delle fluttuazioni dei dati ottenuti nel corso delle rilevazioni effettuate, per verificare se ci sono stati dei cambiamenti e se questi sono significativamente diversi da quelli che ci sarebbero stati senza l'intervento.

Questa valutazione può essere fatta o confrontando tra loro le medie dei valori ottenuti entro ciascuna fase o attraverso un'attenta lettura dei grafici, verificando se ci sono stati cambiamenti di livello tra una fase e l'altra, osservando l'inclinazione della curva per verificare l'eventuale presenza di un andamento (trend) nella fase di trattamento e se c'è stato un cambiamento di andamento tra una fase e l'altra.

La maggior parte degli studiosi del comportamento ritiene, infatti, che quando si procede all'analisi visiva dei dati, gli elementi fondamentali su cui è opportuno focalizzare l'attenzione siano in particolare:

- la lunghezza di ciascuna condizione, ovvero il numero dei punti segnati entro una condizione;
- il livello di stabilità e il cambiamento di livello entro e tra le condizioni quando l'intervento viene interrotto o modificato;
- la direzione e la stabilità del trend;
- i cambiamenti di trend entro e tra le condizioni;
- la latenza del cambiamento in seguito ad una modificazione nelle condizioni di rilevazione.

Lunghezza della condizione

Un parametro rilevante nell'analisi visiva è il numero di punti riportati entro una stessa condizione o fase, che ne indica la lunghezza. E' sempre preferibile prevedere almeno tre sessioni di osservazione distinte, possibilmente consecutive, per assicurarsi la possibilità di verificare il livello di stabilità e

il trend dei dati. Per la stessa ragione, in presenza di un'alta variabilità sarebbe preferibile aumentare il numero delle fasi di osservazione e protrarre la durata (Baer, Wolf & Risley, 1968), anche se, per ragioni pratiche, spesso questa accortezza non viene tenuta nella giusta considerazione.

LIVELLO DI STABILITÀ

Per l'insegnante-ricercatore è molto importante sapere se e in quale misura nelle rilevazioni effettuate i punteggi ottenuti (dati riportati lungo l'asse delle ordinate) siano sufficientemente stabili o se esprimano una certa variabilità. Verificare il livello di stabilità è rilevante soprattutto quando si analizzano i dati relativi al base-line e alle fasi di controllo (sospensione dell'intervento, follow-up), mentre, ovviamente, ci si aspetta che nelle fasi di intervento i dati esprimano un andamento (crescente o decrescente) prima di stabilizzarsi.

La stabilità dei dati si verifica controllando quale sia il range dei punteggi ottenuti (minimo-massimo). Se il range dei valori è piuttosto ridotto (bassa variabilità), allora i dati possono essere considerati stabili.

Se si vuole effettuare un'analisi più precisa, si può valutare la percentuale di oscillazione dei valori intorno al punteggio medio. Generalmente, se l'80-90% dei valori ottenuti in una condizione (o fase) ricade entro il 15% della media dei punteggi ottenuti nella stessa condizione, tali dati possono essere considerati stabili. Il livello medio di una condizione si calcola sommando il valore di tutti i punti segnati lungo l'asse delle ordinate e dividendo la somma per il numero dei punti della condizione. Partendo dal valore calcolato, si traccia la linea di media, parallela all'asse delle ascisse.

La percentuale (5%, 10%, 12%, 15%) utilizzata per definire il livello di stabilità dovrebbe variare in funzione, per esempio, del numero di possibilità che lo studente ha di rispondere ad un compito posto dall'insegnante.

In generale, più è basso il numero di possibilità fornite al soggetto, più ampia dovrebbe essere la percentuale di stabilità. Infatti, se uno studente avesse 20 opportunità per rispondere durante una sessione di apprendimento, i dati si potrebbero considerare stabili se oscillassero intorno al 10% rispetto alla media dei punteggi ottenuti nella stessa fase. Se, invece, le possibilità di risposta fossero 5, si dovrebbe accettare un livello di stabilità intorno al 20%.

Così come è importante valutare la stabilità dei dati entro una fase, altrettanto rilevante è verificare se c'è stato un cambiamento e in quale direzione.

Il cambiamento di livello, entro una condizione, si calcola identificando i valori del primo e dell'ultimo punto lungo l'asse delle ordinate e sottraendo il valore più piccolo dal più grande. Il risultato ottenuto darà la direzione del cambiamento, cioè indicherà, nella fase di base-line, se l'allievo ha già cominciato a modificare (in positivo o in negativo) il suo comportamento o il suo rendimento prima che venga iniziato l'intervento didattico; se, nella fase B, l'intervento modifica, positivamente o negativamente, il livello di prestazione; se, nelle fasi di post-intervento, il rendimento si mantiene stabile oppure si modifica, registrando un calo crescente o continuando a migliorare anche in assenza di intervento. Queste indicazioni possono essere estremamente rilevanti per l'insegnante, che avrà elementi validi su cui basare le proprie decisioni.

Altrettanto rilevante, e, per certi versi ancor di più, è chiedersi cosa accade quando si passa da una fase a quella successiva. Naturalmente quello che ci si aspetta è un cambiamento di livello. Ma, come fare per verificarlo? In questo caso, è necessario: identificare sull'asse delle ordinate i valori dell'ultimo punto della condizione precedente e il valore del primo punto della condizione successiva; sottrarre il valore minore da quello maggiore; e stabilire se il cambiamento di livello rilevato riveli un miglioramento o un peggioramento.

Un cambiamento di livello significativo e improvviso, non appena si introduce l'intervento o in seguito alla sua sospensione, segnala l'efficacia dell'intervento.

TREND

La validità dell'intervento non è però rivelata solo da un brusco cambiamento di livello. Il miglioramento (o il peggioramento) potrebbe essere lento e graduale, ma ugualmente significativo. Osservando un grafico lineare, l'inclinazione della curva ci indicherà l'esistenza o meno di un trend.

La direzione del trend indica l'andamento dei dati nel corso delle sessioni di una fase; in particolare, si può verificare un trend crescente (aumento dei valori delle ordinate nel tempo), o un trend decrescente (diminuzione dei valori delle ordinate nel tempo).

Generalmente, per stimare la linea di trend si utilizzano due semplici procedimenti: il metodo *freehand* e il metodo *split-middle*.

Il metodo *freehand* prevede innanzitutto l'individuazione di tutti i punti di una condizione riportati nel grafico, che andranno, in seguito, uniti da una linea retta che attraversa ogni valore (Parsonson & Baer, 1978). In effetti questa procedura risulta molto semplice, ma in alcuni casi (per esempio quando si hanno dati molto numerosi e/o estremamente variabili) è consigliato usare il metodo *split-middle*, descritto da White & Haring (1980) con il quale è possibile rappresentare il trend con maggiore accuratezza. La rappresentazione grafica del trend secondo il metodo *split-middle*, (figura 6) prevede 4 fasi successive che noi percorreremo con l'obiettivo di rappresentare graficamente il livello di apprendimento della matematica di un ipotetico allievo di nome Giuseppe.

Supponiamo che l'insegnante di matematica abbia raccolto i dati relativi al numero di esercizi svolti correttamente da Giuseppe nel primo trimestre e li abbia sintetizzati nella tabella 3.

MESE	Settimane			
	1°	2°	3°	4°
1°	1	3	2	4
2°	4	5	6	5
3°	5	7	8	10

Tabella 3 - Numero dei problemi di matematica risolti correttamente nel 1° trimestre.

Le operazioni da effettuare sono quindi (vedi figura 6):

1° fase: dividere i dati in due parti uguali, segnando una linea (rossa nella figura) che divida la distribuzione esattamente a metà;

2° fase: trovare la retta che divide perfettamente a metà le due sotto-distribuzioni. Trovare, quindi, il valore mediano sia del tempo che del numero di problemi risolti e tracciare l'intersezione (verde nella figura).

3° fase: collegare tra loro i due punti di intersezione. Il tratto che ne risulta, che rappresenta l'andamento delle prestazioni di Giuseppe nei compiti di matematica, è chiamato "linea di apprendimento di intersezione dei quarti" (blu nella figura);

4° fase: contare il numero dei punti che si trovano sopra e sotto la linea di intersezione. Il numero dei punti che si trovano sopra dovrebbe essere uguale a quello dei punti che si trovano sotto la linea. Se non si realizza questa condizione, bisogna spostare la linea (verso l'alto o verso il basso) mantenendola parallela alla precedente, finché i valori non risultino equamente distribuiti. Si otterrà così una retta che visualizza l'andamento medio delle prestazioni di Giovanni nei compiti di matematica.

In questo caso, se si fosse usato il metodo *freehand*, unendo cioè tra loro tutti i punti, ne sarebbe risultata una linea molto frastagliata e difficilmente interpretabile. Tracciare invece la linea in base ai punteggi medi o mediani dei valori delle ordinate, come suggerisce il metodo *split-middle*, consente di visualizzare più chiaramente l'andamento.

Bisogna però riconoscere che in questo modo si corre il rischio di trascurare alcuni dettagli che potrebbero contenere informazioni rilevanti per l'insegnante.

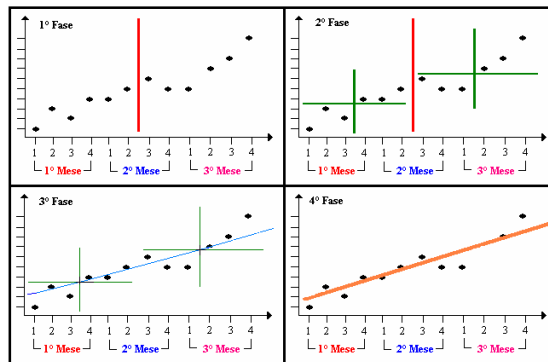


Figura 6 - Rappresentazione grafica dei trend secondo il metodo *split-middle*.

E' importante, comunque, prima di procedere alla valutazione del significato da attribuire al trend, determinarne la stabilità.

La stabilità del trend (come quella del livello) si valuta individuando il numero di dati/punti, presenti in una condizione, che ricadono vicino la linea del trend entro un range di valori prefissato. Generalmente, se l'80-90% dei punti si colloca, lungo la linea, entro il 15% del range predeterminato, il trend può essere considerato stabile. Ritornando all'esempio di Giovanni, tutti i valori (numero di problemi risolti correttamente) durante tutto il periodo di osservazione, si collocano vicino alla retta e rientrano nel range prefissato (in questo caso ipotizziamo che il range sia da 0 a 1). In tal caso, si può affermare che l'andamento dell'apprendimento di Giovanni risulta essere stabile in quanto nessun dato si allontana dalla retta oltre il 15 %.

Oltre ad effettuare l'analisi della stabilità e della direzione del trend entro ogni condizione, sarebbe opportuno prevedere anche la valutazione delle differenze tra le diverse condizioni o fasi.

Mettendo a confronto le differenze tra le linee di trend di due condizioni adiacenti, è possibile infatti farsi un'idea dell'effetto che ha avuto il passaggio da una condizione all'altra.

ANALISI DEI CAMBIAMENTI ENTRO LA STESSA CONDIZIONE

L'analisi visiva dei dati all'interno di una condizione richiama inevitabilmente il concetto di stabilità dei dati.

Supponiamo che un insegnante abbia difficoltà di gestire Giovanna, un'alunna "non compliant" e che, per valutare l'effettiva entità del problema prima di scegliere una strategia d'intervento, decida di registrare tutte le volte (frequenza) in cui Giovanna si rifiuta di eseguire una sua richiesta. L'insegnante stabilisce quindi di annotare su un foglio per quattro settimane tutte le volte in cui Giovanna ignorerà una sua richiesta. Completata la fase di rilevazione, sarà sufficiente che inserisca i dati nel foglio di Excel e scelga l'opzione dei grafici "linee", perché il computer elabori un grafico simile a quello rappresentato nella figura 7.

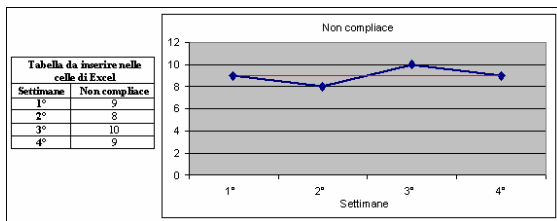


Figura 7 - Numero di volte in cui Giovanna non ha eseguito un compito richiesto.

Il grafico mostra un andamento stabile delle osservazioni effettuate durante le 4 settimane di base-line; infatti rispetto alla retta² (linea rossa nella figura) che divide a metà i dati, i punteggi si collocano tra il 30 e il 40%. Questa stabilità dei dati nella fase di base-line rappresenta la condizione ottimale per procedere alla fase successiva.

² Il programma Excel non rappresenta la retta mediana. Questa è stata aggiunta successivamente.

Ciò significa che l'insegnante potrà iniziare ad ipotizzare una strategia per ridurre la frequenza di questi comportamenti ed iniziare quindi la fase di trattamento.

Adesso immaginiamo che un insegnante di inglese voglia assicurarsi che un suo ipotetico alunno di nome Filippo abbia imparato a pronunciare correttamente un numero sufficiente di parole in inglese per poter passare all'unità didattica successiva. Anche in questo caso l'insegnante registrerà il comportamento di Filippo (numero di parole pronunciate correttamente) e lo osserverà per un certo periodo di tempo (es. 4 giorni). Anche l'insegnante di Filippo compilerà una tabella e con l'ausilio di Excel otterrà un grafico come quello rappresentato nella figura 8.

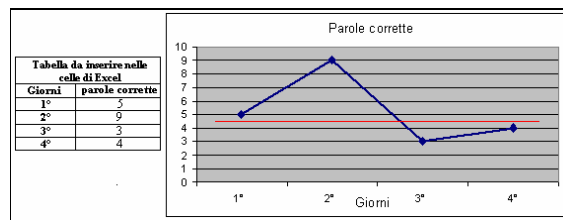


Figura 8 - Numero di parole pronunciate correttamente da Filippo.

In questo caso, però, il trend del base-line non è stabile, per cui l'insegnante dovrà ancora insistere sullo spelling delle parole ed aggiungere altre sessioni di osservazione e rilevazione fino ad avere una situazione di maggiore stabilità, o, comunque, dovrà cercare di comprendere le ragioni di tale variabilità.

ANALISI DEI CAMBIAMENTI FRA DIVERSE CONDIZIONI

Si è più volte sottolineata l'opportunità di non cominciare un intervento senza prima essersi accertati della stabilità del base-line. Questo perché, quando i dati del base-line sono troppo variabili, qualsiasi interpretazione circa gli effetti del trattamento potrebbe risultare arbitraria o quantomeno azzardata. Nell'esemplificazione precedente, se l'insegnante d'Inglese, proponendo a Filippo l'apprendimento di nuove parole prima di aver

registrato una certa stabilità, verificasse un peggioramento, non sarebbe in grado di stabilire se questo sia dovuto al metodo utilizzato o alle iniziali lacune dell'alunno. Viceversa, l'insegnante di Giovanna potrebbe iniziare un intervento educativo e vedere se la nuova "strategia" (ad esempio, *lodare* Giovanna *ogni volta* che collabora) sia efficace o meno. Confrontando i dati rilevati nella fase di base-line (andamento stabile) con i dati che registrerà durante il trattamento (rinforzamento continuo) potrà osservare se il trend è rimasto stabile (il metodo utilizzato non si è rivelato efficace) o se si è modificato nella direzione desiderata (decremento della frequenza di comportamenti non compliant). In quest'ultimo caso è molto probabile che l'effetto sia dovuto all'efficacia del trattamento. Per poter effettuare questi confronti è indispensabile proseguire le rilevazioni anche nel corso del trattamento (in questo caso per 4 settimane, come per il base-line). Con l'ausilio del programma Excel, l'insegnante di Giovanna otterrebbe un grafico come quello riportato nella figura 9A.

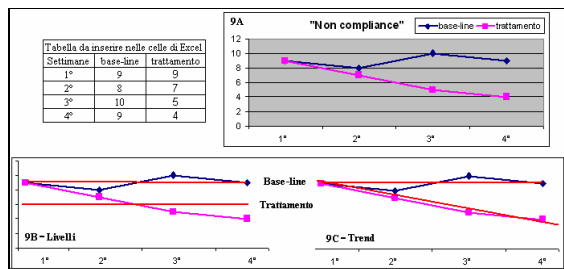


Figura 9 - Confronto dei trend relativi alla fase di base-line e alla fase di trattamento

Il grafico 9B consente di visualizzare (linee rosse) i livelli dei dati ottenuti durante il base-line e durante il trattamento. Si osserva immediatamente che il rinforzamento continuo ha prodotto un cambiamento di livello nei comportamenti di non compliance (nella fase di trattamento il livello si è abbassato).

In modo analogo, si osserva (grafico 9C) un cambiamento anche nel trend. Infatti, durante il base-line il trend era stabile, mentre durante il trattamento si osserva una graduale

riduzione nel numero di comportamenti inadeguati emessi da Giovanna. Questa constatazione oltre a confermare la validità dell'ipotesi formulata dall'insegnante, sottolinea ulteriormente l'efficacia del rinforzamento continuo, che, per generalizzazione, potrà con sempre più fiducia essere utilizzato in casi analoghi e non solo dall'insegnante di Giovanna.

Per concludere questo breve excursus sull'utilità, per l'insegnante-ricercatore, di rappresentare graficamente i dati ottenuti nel corso delle sue rilevazioni, corre l'obbligo di ricordare che, se l'analisi visiva è certamente un modo più oggettivo per descrivere e valutare criticamente il proprio lavoro, sul piano scientifico il lavoro del ricercatore solitamente non finisce qui....

All'analisi visiva segue infatti un esame più approfondito (e quindi più attendibile) che fa ricorso a procedure di tipo statistico che indicano con sufficiente precisione la significatività e il livello di generalizzabilità dei risultati ottenuti.

REFERENCES

- Baer, D.H., Wolf, M.M., Risley, T.R., (1968). Some current dimensions of applied behavior analysis. *Journal of applied behavior analysis*, 1, 91-97.
- Larcan, R., Cuzzocrea, F. (2005) Insegnanti-ricercatori: una risorsa promettente per il progresso della scuola. *Journal of Applied Radical Behavior Analysis (JARBA)*, n° 1, p.p. 32-43
- Michael, J. (1974). Statistical inference for individual research: mixed blessing or curse?, *Journal of applied behavior analysis*, 7, 647-653.
- Morales, M., Dominguez, L., Jurado, T., (2001). The Influence of Graphic Techniques in the Evaluation of the Effectiveness of Treatment in Time-Series Design. *Quality & Quantity*, 35: 277-289.
- Parsonson, B. S. e Baer, D. M. (1978). The analysis and presentation of graphic data. In : T. R. Kratochwill (ed.), *Single subject research - Strategies for evaluating change*. New York : Academic Press.
- Parsonson, B. S. e Baer, D. M. (1986). The graphic analysis of data. In: A. Poling & R. W. Fuqua (eds), *Research Methods in Applied Behavior Analysis*. New York: Plenum.
- Wainer, H. e Velleman, P. (2001). Statistical graphics: mapping the pathways of science, *The Annual Review of Psychology* 52, 305-335.
- White, O.R., Haring, N.G., (1980). *Exceptional teaching*. Columbus, Ohio: Charles E. Merrill.