

Numeri e Macchine in Classe: La Storia dell'Informatica nella Didattica

Paolo Giangrandi
paolo.giangrandi@uniud.it
I.S.I.S. "A. Malignani" di Udine

INFOCULT
**Convegno sulla diffusione
dell'informatica come scienza**

Palazzo Feltrinelli, Gargnano (Brescia), Italy
10-11 ottobre 2011

ALaDDIn, il Laboratorio per la Divulgazione e la Didattica dell'Informatica
Università degli Studi di Milano

Il NID di Udine e la storia dell'Informatica

(<http://nid.dimi.uniud.it/>)

Coordinatore: dott. Claudio Mirolo

Da diversi anni il gruppo di ricerca in didattica dell'Informatica dell'Università di Udine si occupa di storia degli strumenti di calcolo e delle possibili ricadute di questo argomento nella didattica dell'informatica (e nella matematica).

Alcune iniziative ...

Mostra "Numeri e Macchine" edizioni 2000 e 2001 (Mathesis e NID)



Il Ciclo dell'Informazione

Comunicare Elaborare Interpretare



Progetto SeT 2001:

"Numeri e Macchine in Classe"

TECNOLOGIE DELL'UNITÀ DI CALCO

17) Che cosa rappresenta la figura sottostante?



- una rete di una valvola elettronica
- un transistor
- l'insieme dei primi circuiti integrati nei Sinter alla fine degli anni '50
- l'insieme del primo microprocessore
- l'insieme di un microprocessore Pentium

18) Che tipo di computer rappresenta Connection Machine?

- uno dei primi computer a rete

Museo virtuale (Progetto CRUS):
CD con percorsi interattivi dedicati
alla storia dell'Informatica

Corsi di Storia dell'Informatica
- per i corsisti SSIS e
- per gli studenti di Informatica





Piano lauree scientifiche 2010-11

Storia degli strumenti di calcolo: Un laboratorio per il biennio delle Superiori

Didattica e storia della scienza (1)

La **prospettiva storica** costituisce una dimensione frequentemente utilizzata nello studio delle discipline umanistiche, ma quasi sempre **trascurata in quelle scientifiche**, nonostante i nuovi programmi ministeriali non trascurino di sottolineare il valore culturale e formativo della storia della scienza.



Didattica e storia della scienza (2)

... dai programmi della “Commissione Brocca”:

“Si raccomanda di mettere in luce il cammino non sempre lineare della conoscenza. La trattazione in chiave storica di alcuni argomenti, unitamente, alla lettura critica di pagine di classici della scienza e di brani di memorie originali, contribuiranno a far comprendere le ragioni dello sviluppo scientifico e, quindi, a migliorare la formazione culturale dello studente. ... In questo senso si auspica il coordinamento con altre discipline.”

“l’insegnamento di Matematica e Informatica promuove [...] l’interesse per il rilievo storico di alcuni importanti eventi nello sviluppo del pensiero matematico”.

Perché insegnare la storia dell’informatica?

- Permette di **allargare la prospettiva storica sull’informatica**: una visione troppo schiacciata sul presente porta gli studenti a sovrastimare i dettagli del presente.
- Permette di evidenziare le **differenti tecnologie storicamente utilizzate nello sviluppo dei dispositivi di calcolo**.
- Fornisce allo studente conoscenze più ampie sull’evoluzione degli strumenti di calcolo che lo aiutino a **riconoscere più facilmente quegli “invarianti concettuali”** che hanno caratterizzato lo sviluppo dei computer e dell’informatica.
- Offre allo studente uno schema generale utile ad apprezzare la straordinaria **crescita delle capacità di calcolo** degli ultimi decenni.
- Più una scienza (o una tecnologia) evolve velocemente e più importante/indispensabile è analizzarne la storia **per capire ciò che è veramente importante e per intuirne gli sviluppi futuri**.

Storia degli strumenti di calcolo: Un laboratorio per il biennio delle Superiori

Obiettivi:

- *inquadrare i periodi storici che maggiormente hanno segnato la storia degli strumenti di calcolo;*
- *studiare alcuni strumenti di calcolo attraverso la loro ricostruzione, o attraverso l'uso di modelli già realizzati;*
- *affrontare la matematica, del discreto e del continuo, che spiega la realizzazione e il funzionamento degli strumenti.*

Modalità di svolgimento

Classi coinvolte:

una classe prima (26 allievi) del Liceo delle Scienze Applicate – ISIS “A. Malignani” di Udine

Docenti coinvolti

- ⊙ Daria Condolo, docente di Matematica presso l'ISIS “A. Malignani” di Udine
- ⊙ Paolo Giangrandi, docente di Matematica presso l'ISIS “A. Malignani” di Udine (coordinatore del progetto)
- ⊙ Claudio Mirolo, docente di Informatica, Università degli Studi di Udine (referente universitario)
- ⊙ Nicoletta Negrello, docente di Informatica presso l'ISIS “A. Malignani” di Udine

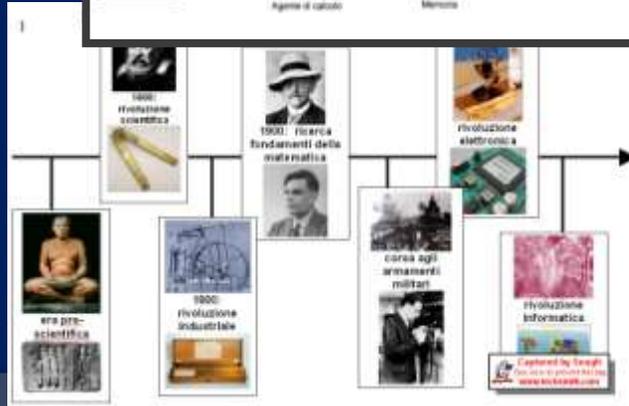
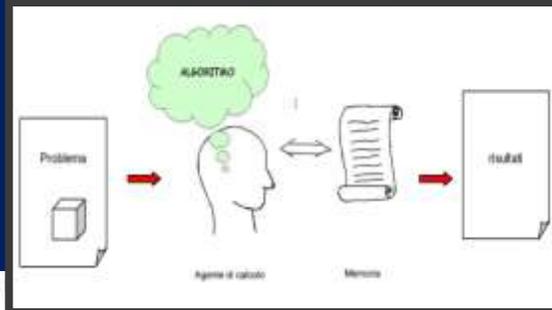
Numero di ore svolte

Sono state svolte 16 ore, ripartite in 8 incontri di due ore:

- Spiegazioni teoriche da parte dei docenti: 5,5 ore
- Dimostrazioni sperimentali e pratiche da parte dei docenti: 3,5 ore
- Lavori di gruppo degli studenti, anche con attività sperimentali e sul campo: 5 ore
- Verifica: 2 ore (questionario + attività di gruppo)

1° incontro

- Presentazione del progetto
- quadro storico con schemi generali
- discussione con i ragazzi, cosa si aspettano da questo progetto, come intendiamo sviluppare il percorso



2° incontro

Strumenti antichi

- strumenti di rappresentazione
- abachi: tipologia, rappresentazione decimale biquinaria, operazioni di somma e differenza
- le tavole numeriche:
 - alcuni esempi di tavole
 - tavole dei quadrati e delle radici quadrate
 - attività: costruire la tavola dei quadrati
 - algoritmo babilonese per le radici quadrate



Diana Bitto

Consideriamo solo la tavola dei quadrati:

n	n ²	diff. prime
0	0	
1	1	
2	4	
3		
4		
5		

Provate a considerare le differenze tra ciascun quadrato e il quadrato precedente. Cosa notate? Possiamo formulare una regola generale?

Sfruttando l'idea appena trovata provate ad estendere la seguente tabella:

n	n ²	
30	900	
31		
32		
33		
34		

28

1	28	35	980	80	1932
2	56	38	1008	70	1900
3	84	37	1036	71	1888
4	112	38	1064	72	2016
5	140	39	1092	73	2044
6	168	40	1120	74	2072
7	196	41	1148	75	2100
8	224	42	1176	76	2128
9	252	43	1204	77	2156
10	280	44	1232	78	2184
11	308	45	1260	79	2212
12	336	46	1288	80	2240
13	364	47	1316	81	2268
14	392	48	1344	82	2296
15	420	49	1372	83	2324
16	448	50	1400	84	2352
17	476	51	1428	85	2380
18	504	52	1456	86	2408
19	532	53	1484	87	2436
20	560	54	1512	88	2464
21	588	55	1540	89	2492
22	616	56	1568	90	2520
23	644	57	1596	91	2548
24	672	58	1624	92	2576
25	700	59	1652	93	2604
26	728	60	1680	94	2632
27	756	61	1708	95	2660
28	784	62	1736	96	2688
29	812	63	1764	97	2716
30	840	64	1792	98	2744
31	868	65	1820	99	2772
32	896	66	1848	100	2800
33	924	67	1876	101	2828
34	952	68	1904	102	2856
35	980	69	1932	103	2884
36	1008	70	1960	104	2912
37	1036	71	1988	105	2940
38	1064	72	2016	106	2968
39	1092	73	2044	107	2996
40	1120	74	2072	108	3024
41	1148	75	2100	109	3052
42	1176	76	2128	110	3080
43	1204	77	2156	111	3108
44	1232	78	2184	112	3136
45	1260	79	2212	113	3164
46	1288	80	2240	114	3192
47	1316	81	2268	115	3220
48	1344	82	2296	116	3248
49	1372	83	2324	117	3276
50	1400	84	2352	118	3304
51	1428	85	2380	119	3332
52	1456	86	2408	120	3360
53	1484	87	2436	121	3388
54	1512	88	2464	122	3416
55	1540	89	2492	123	3444
56	1568	90	2520	124	3472
57	1596	91	2548	125	3500
58	1624	92	2576	126	3528
59	1652	93	2604	127	3556
60	1680	94	2632	128	3584
61	1708	95	2660	129	3612
62	1736	96	2688	130	3640
63	1764	97	2716	131	3668
64	1792	98	2744	132	3696
65	1820	99	2772	133	3724
66	1848	100	2800	134	3752
67	1876	101	2828	135	3780
68	1904	102	2856	136	3808
69	1932	103	2884	137	3836
70	1960	104	2912	138	3864
71	1988	105	2940	139	3892
72	2016	106	2968	140	3920
73	2044	107	2996	141	3948
74	2072	108	3024	142	3976
75	2100	109	3052	143	4004
76	2128	110	3080	144	4032
77	2156	111	3108	145	4060
78	2184	112	3136	146	4088
79	2212	113	3164	147	4116
80	2240	114	3192	148	4144
81	2268	115	3220	149	4172
82	2296	116	3248	150	4200
83	2324	117	3276	151	4228
84	2352	118	3304	152	4256
85	2380	119	3332	153	4284
86	2408	120	3360	154	4312
87	2436	121	3388	155	4340
88	2464	122	3416	156	4368
89	2492	123	3444	157	4396
90	2520	124	3472	158	4424
91	2548	125	3500	159	4452
92	2576	126	3528	160	4480
93	2604	127	3556	161	4508
94	2632	128	3584	162	4536
95	2660	129	3612	163	4564
96	2688	130	3640	164	4592
97	2716	131	3668	165	4620
98	2744	132	3696	166	4648
99	2772	133	3724	167	4676
100	2800	134	3752	168	4704

$(a + b)^2 = a^2 + 2ab + b^2$

3° incontro

Calcolatori analogici: il calcolo con la similitudine

- il compasso di proporzione
 - richiami sulla similitudine dei triangoli
 - calcolo della scala di moltiplicazione
 - ricostruzione mediante cartoncino
- il compasso di Galileo: Galileo e il suo compasso





4° incontro

Calcolatori analogici: il calcolo con la similitudine

- il compasso di Galileo
 - ricostruzione con le istruzioni del museo di Firenze
 - analisi scale del compasso

Calcolatori analogici: calcolo geometrico

- le costruzioni geometriche con riga e compasso
- l'estrazione di radice quadrata mediante il 2° teorema di Euclide



ISTITUTO E MUSEO
DI STORIA DELLA SCIENZA

COME COSTRUIRE IL COMPASSO DI GALILEO

INTRODUZIONE

Il compasso geometrico e militare di Galileo è uno strumento molto semplice da costruire anche con materiali poveri!

Occorre solo un po' di buona volontà.

Segui passo dopo passo le istruzioni che ti suggeriamo e potrai costruirlo in modo semplice e veloce.

MATERIALE OCCORRENTE

- n. 2-3 fogli (21 x 29,7) di cartoncino dello spessore di circa 1-1,5 mm che puoi trovare in una normale cartoleria;
- n. 3 viti da rilegatura con maschio e femmina che puoi trovare in una cartoleria o in una ferramenta;
- del filo resistente (tipo da occhio);
- un piombino da pesca;



REALIZZAZIONE E MONTAGGI

1. Stampa tutto il presente documento con una comune stampante;
2. con le forbici ritaglia le sagome (**A, A', B, B', C, C', R, VersoDx, Quadrante recto, Quadrante verso**) disegnate in questo documento, ricordandoti di praticare i fori in corrispondenza delle sagome;
3. posiziona le sagome (**A, A', B, B', C, C'**) sui fogli di cartoncino sia sufficiente per tutte e 7 le sagome; ritaglia le sagome con precisione;
4. a questo punto puoi mettere via le sagome (**A, A', B, B'**), ad incollare quelle in cartoncino con le sagome disegnate (**VersoDx, Quadrante recto, Quadrante verso**) dispon

- un taglierino;



- un paio di forbici;



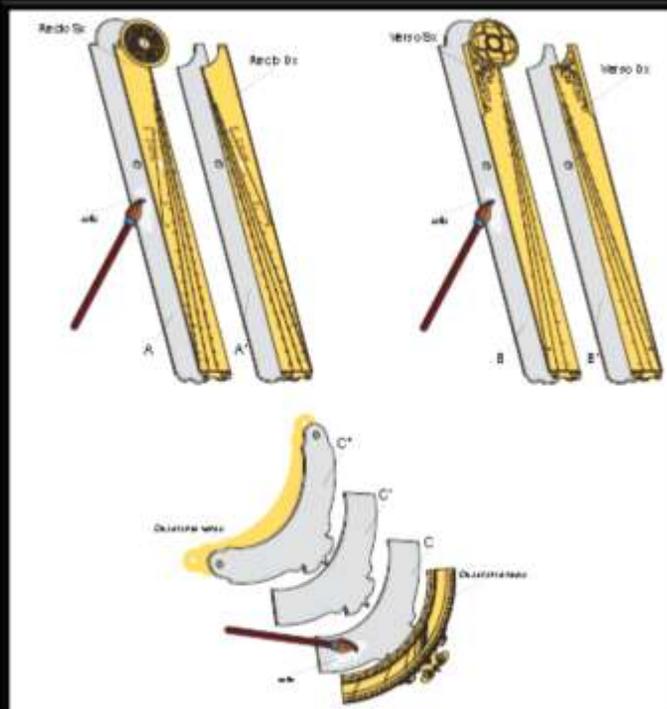
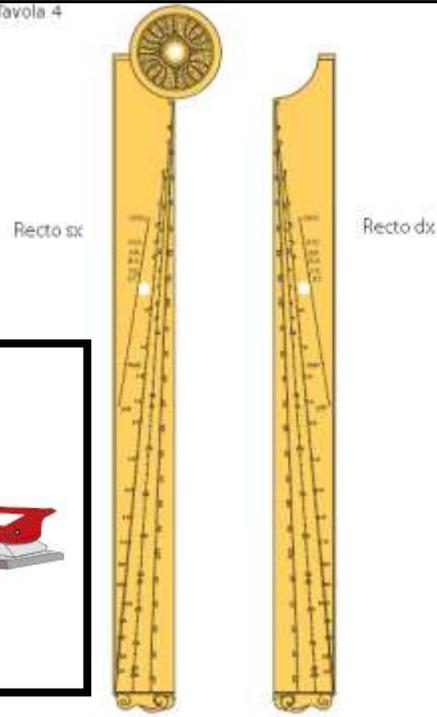
- qualcosa per praticare fori sul cartoncino (es. un forafogli, oppure un punteruolo);

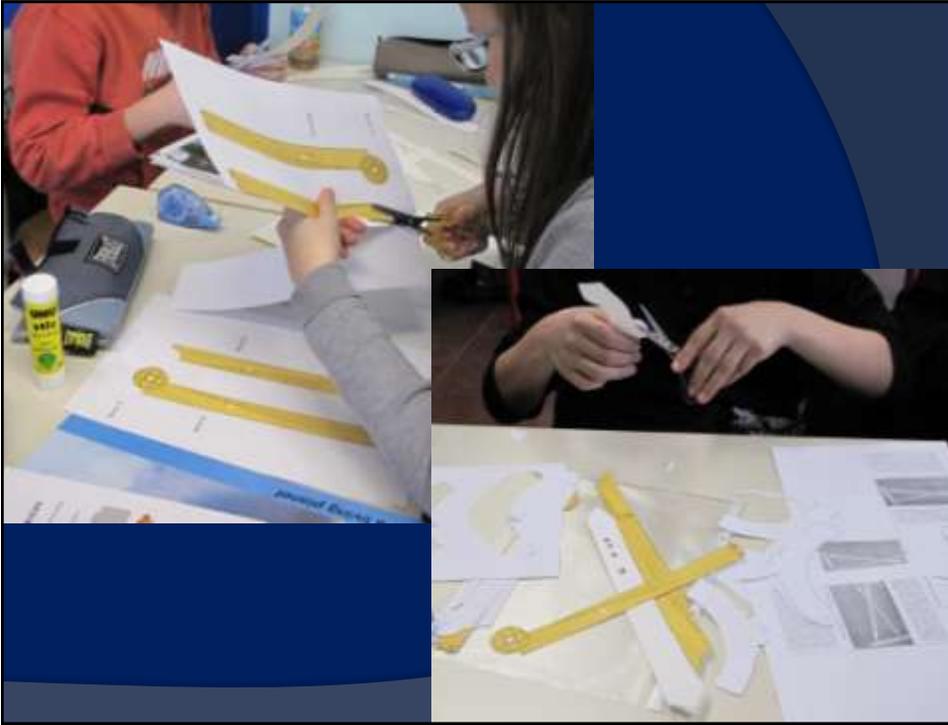


- della colla resistente (Vhavi).



tavola 4

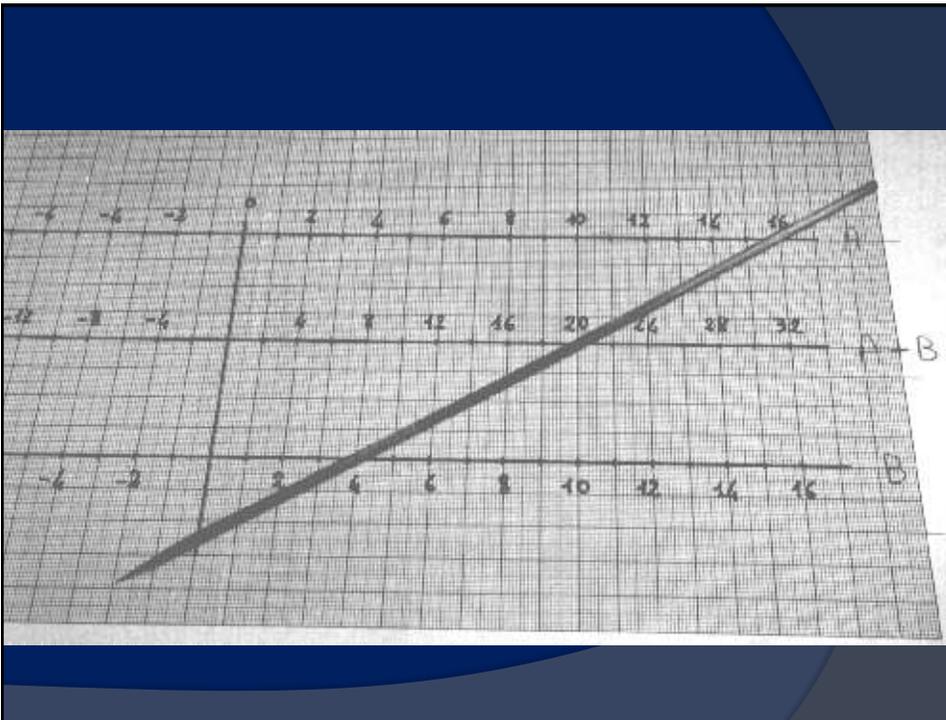
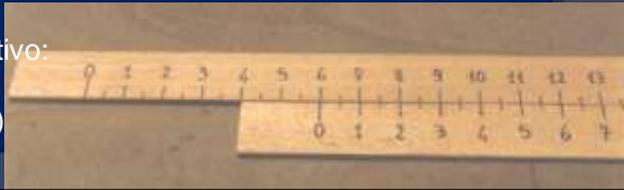
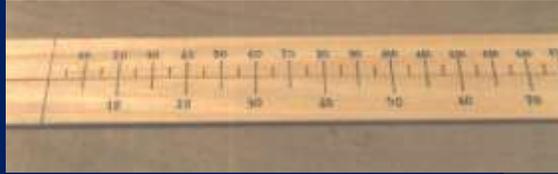




5° incontro

Calcolatori analogici: calcolo con particolari scale

- regoli addizionatori e moltiplicatori, scalimetri
 - presentazione di alcuni regoli
 - costruzione dei regoli per quadrato-radici e quadrata
- verso il regolo calcolatore logaritmico
- il nomogramma additivo: costruzione (attività assegnata per casa)



6° incontro

Calcolatori digitali:

- Costruzione dei regoli di Nepero
- cenno sulle calcolatrici meccaniche
 - uso delle ruote dentate
 - il problema del riporto

L'idea del calcolatore programmabile:

- la figura di Babbage
- macchine programmabili: carillon e automi e le schede Jacquard

CORRADO BONFANTI

1	0	8	9
0	0	1	1
2	0	6	8
0	0	2	2
3	0	4	7
0	0	3	3
4	0	2	6
0	0	4	4
5	0	0	5
0	0	4	5
6	0	8	4
0	0	5	6
7	0	6	3
0	0	6	7
8	0	4	2
0	0	7	8
9	0	2	1
9	0	1	8
0	9	8	1

Legenda

- Linea di taglio
- Linea di piegatura
- Area da incollare

bonfanti2003



Macchine programmabili

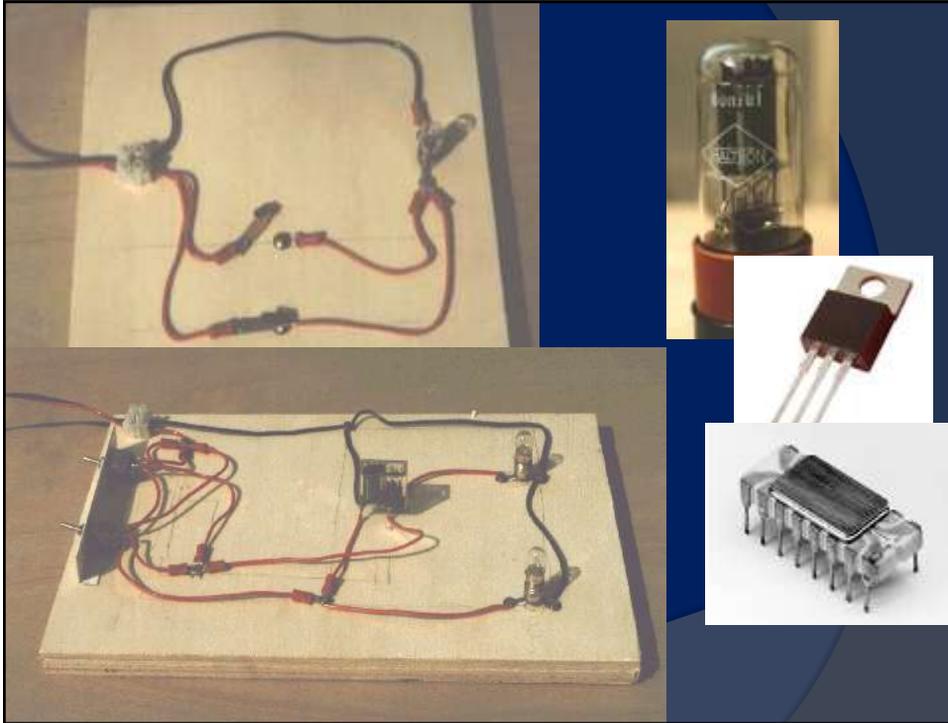


7° incontro

Il computer elettronico e le diverse generazioni dei computer

- i mattoni di base del computer: porte logiche, reti logiche, semplici circuiti
- l'evoluzione tecnologica: il relè, le valvole, i transistor, i circuiti integrati, il microprocessore





8° incontro: verifica

Valutare

- conoscenze
 - di tipo “storico”
 - di tipo tecnico
- competenze: principi di funzionamento di uno strumento (aritmetici, geometrici, algebrici, ecc.)
- capacità di cooperare in gruppo

Strumenti

- Questionario individuale: test di 25 domande a scelta multipla (1 ora)
- Attività laboratoriale da svolgere in gruppo (1 ora)
 - Costruzione di uno strumento
 - Applicazione dello strumento ad alcuni “casi di calcolo”
 - Stesura di una breve relazione descrittiva

	MODULO PLS "Storia degli strumenti di calcolo" VERIFICA STORIA DELL'INFORMATICA	Data: 19-04-11 Tempo a disposizione: 55 min
ALLIEVO/A:		Classe:
<p>1) L'invenzione delle prime macchine calcolatrici meccaniche a quale periodo storico può essere ricondotta?</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Antica Grecia <input type="checkbox"/> Medioevo (circa 800 d.C.) <input checked="" type="checkbox"/> nel corso del 1600 <input type="checkbox"/> nel corso del 1700 <input type="checkbox"/> nel corso del 1800 <input type="checkbox"/> del corso del 1900 		<p>5) Il passaggio dalla tecnologia a relè alla tecnologia a valvole termoioniche determinò importanti miglioramenti nei computer elettronici. Quale?</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> una dimensione dei computer a valvole decisamente più piccola rispetto a quelli a relè <input type="checkbox"/> un consumo di corrente elettrica dei computer a valvole decisamente minore rispetto a quelli a relè <input type="checkbox"/> una affidabilità e durata dei computer a valvole decisamente superiore rispetto a quelli a relè <input checked="" type="checkbox"/> una velocità di calcolo dei computer a valvole decisamente migliore rispetto a quelli a relè <input type="checkbox"/> una maggiore semplicità nel dialogo con la macchina.
<p>2) Quale di questi fattori <u>non</u> ha influenzato direttamente Charles Babbage nello sviluppo delle sue macchine da calcolo?</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> telaio Jacquard <input type="checkbox"/> automi meccanici <input type="checkbox"/> macchine musicali automatiche <input type="checkbox"/> l'invenzione della macchina a vapore <input checked="" type="checkbox"/> il settore dell'elettronica 		<p>6) In quale epoca è iniziata nell'Europa occidentale quella mutazione culturale che è conosciuta come "Rivoluzione scientifica"?</p> <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Nei decenni a cavallo tra Cinquecento e Seicento. <input type="checkbox"/> In concomitanza con la caduta de l'Impero Romano d'Occidente. <input type="checkbox"/> Nella stessa epoca della Rivoluzione Francese. <input type="checkbox"/> Nel corso del XIX secolo. <input type="checkbox"/> In concomitanza con la diffusione del sistema di numerazione posizionale a base 10 in Europa.
<p>3) Il relè elettromeccanico ha giocato un ruolo importante nella storia dell'automazione del calcolo. In quale/i dei seguenti contesti è stato usato?</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> è stato utilizzato da Blaise Pascal nella realizzazione della Pascalina <input type="checkbox"/> è stato utilizzato da Charles Babbage per realizzare la Macchina Analitica. <input checked="" type="checkbox"/> è stato utilizzato per realizzare i primi computer programmabile <input type="checkbox"/> viene utilizzato ancora oggi nei PC come componente fondamentale 		
<p>7) Chi fu Charles Babbage?</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> l'inventore della prima calcolatrice meccanica <input checked="" type="checkbox"/> l'ideatore del primo calcolatore meccanico programmabile. 		

Esempi domande del questionario (2)

8) Che cosa rappresenta lo strumento illustrato in figura?

- un quadrante
- il compasso "geometrico e militare" di Galileo
- un regolo calcolatore
- un intergrafo
- un compasso di proporzione (o compasso di riduzione)



Esempi domande del questionario (2)

14) Ordina cronologicamente le seguenti tecnologie utilizzate nei computer: transistor, circuiti integrati, relè, microprocessori, valvole termoioniche.



- relè, valvole termoioniche, transistor, circuiti integrati, microprocessori
- valvole termoioniche, relè, transistor, circuiti integrati, microprocessori
- valvole termoioniche, transistor, relè, circuiti integrati, microprocessori
- transistor, circuiti integrati, relè, microprocessori, valvole termoioniche
- relè, valvole termoioniche, transistor, microprocessori, circuiti integrati

ATTIVITA' N. 3: "Nomogramma additivo"

COSTRUZIONE DELLO STRUMENTO

Si propone di realizzare con cartoncino e asticella un nomogramma per fare la somma di numeri positivi. Le scale devono essere di lunghezza pari a 25-30 cm e ognuna deve contenere almeno una trentina di tacche di riferimento.

APPLICAZIONE DELLO STRUMENTO: ESEMPI DI CALCOLO

- ⊙ Si chiede di calcolare mediante lo strumento le seguenti somme:
 $4,5 + 12,0$
 $6,13 + 13,14$
- ⊙ Si determini poi il range di funzionamento entro cui lo strumento può essere ragionevolmente utilizzato e si fornisca una stima ragionevole della precisione dello strumento. Si provi a immaginare come lo strumento potrebbe essere utilizzato per eseguire le seguenti operazioni:
 $550 + 314$
 $0,081 + 0,055$
- ⊙ Infine, si usi lo strumento per eseguire le seguenti operazioni:
 $31,5 - 16,3$
 $720 - 314$

ATTIVITA' N. 3: "Nomogramma additivo"

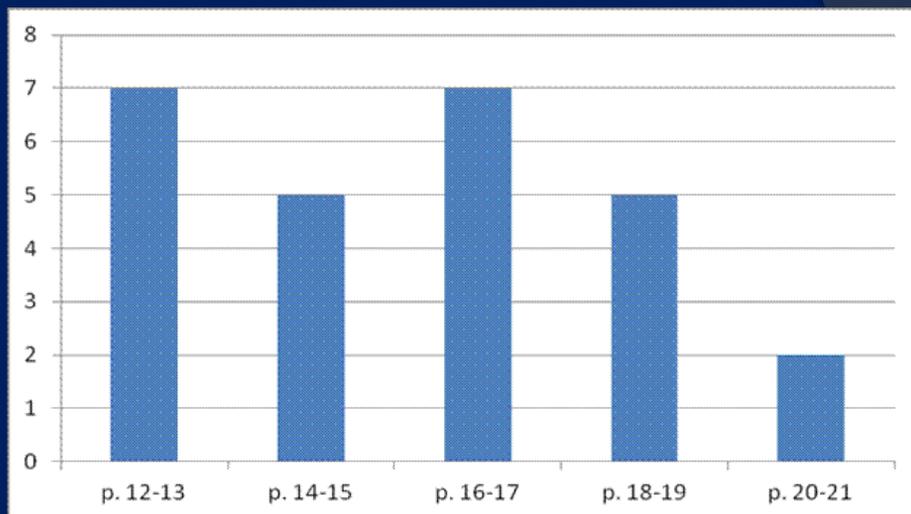
RELAZIONE: DESCRIZIONE DELLO STRUMENTO

Si chiede poi di scrivere una breve relazione che illustri:

- come lo strumento è stato costruito (struttura, fasi costruttive, calcolo delle scale, ecc.);
- come si usa lo strumento per realizzare semplici calcoli (esempi a, b), come può essere usato per calcoli fuori dal range di funzionamento (esempi c, d) e come può essere usato per realizzare la sottrazione (esempi e, f);
- quale principio matematico governa il funzionamento dello strumento (fare opportune figure e indicare relazioni matematiche che coinvolgono le figure).

Risultati questionari

Distribuzione dei punteggi



Verifica: Attività laboratoriale

ATTIVITA' N.5 "Nemogramma additivo" *Suffimenti*

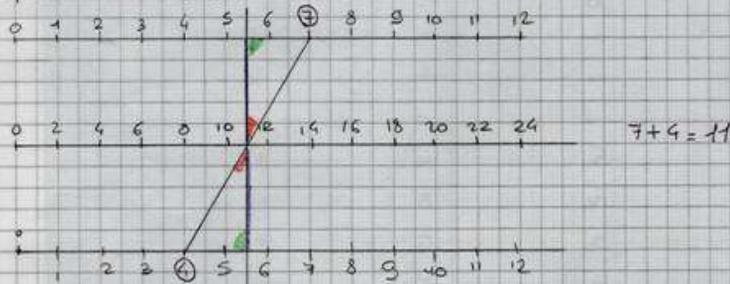
RELAZIONE: [REDACTED]

Realizzazione:

Abbiamo tracciato sul foglio di carta millimetrata tre rette parallele fra loro ed equidistanti. Su di esse sono stati assegnati dei valori in modo che la prima e l'ultima retta abbiano una scala uguale. E la scala della seconda retta sia doppia rispetto alle altre due. *→ come?*

Verifica: Attività laboratoriale

Per realizzare addizioni basta individuare i due addendi sulla prima e sull'ultima retta, unirti con una linea e individuare il valore sulla retta centrale. Quel valore corrisponde alla somma dei due addendi. Questo avviene grazie alla proprietà della congruenza tra triangoli in quanto si formano due angoli opposti al vertice congruenti e il valore di un cateto è congruente nei due triangoli perché le rette sono equidistanti fra loro.



Conclusioni

- ◉ Abbiamo visto le potenzialità di strumenti di calcolo da usare in classe per studiare la storia dell'informatica.
 - ◉ Sono possibili percorsi non solo per la scuola secondaria di secondo grado, ma anche per quella di primo grado.
 - ◉ Il tempo a disposizione (16 ore) ha costretto a tagli con "salti storici": la modalità laboratoriale dilata i tempi di trattazione, ma crediamo sia più efficace didatticamente.
- Gli spunti per espandere il percorso sono numerosi:
- ◉ molto materiale è disponibile in rete (va selezionato!!!): non solo testi ma anche molte immagini e molti filmati
 - ◉ aumentare interazione con altre discipline
 - ◉ molti strumenti di calcolo sono alla portata degli studenti (più di quanto si creda...)
 - ◉ si potrebbe aggiungere una visita ad un museo (purtroppo poco numerosi in Italia: Pisa, Pennabilli, Milano, ...)