

TINA NASTASI

Una grande protagonista
della cultura scientifica:
Emma Castelnuovo



Ebooks del
CENTRO STUDI
ENRIQUES · 2

EBOOKS DEL
CENTRO STUDI ENRIQUES

2.

La prof. Tina Nastasi
insegnante, storica della scienza

presenta

Una grande protagonista della cultura scientifica:
**Emma Castelnuovo,
matematica**



*“Oggi come oggi, quello su cui si deve insistere a mio avviso è la fantasia che occorre per fare il matematico, perché, con i mezzi formidabili che abbiamo, ci sono tante, a volte troppe, informazioni e bisogna saperle scegliere, e ci vuole anche il posto per l'intuizione e la fantasia del matematico”.
“Il corso di matematica deve essere influenzato dall'osservazione della realtà, non solo quella che si vede andando in giro – come le ombre degli oggetti o le impalcature per la strada – ma anche quella fatta dal materiale, purché sia semplicissimo, come spago, barrette ecc... [e quando tutto appare difficile] vuol dire che la matematica si è fatta astratta”.*

Introduce

Ornella Pompeo Faracovi
Centro Studi Enriques

Lunedì 3 dicembre 2012, ore 16.30
Sala N. Badaloni, Biblioteca Labronica
Villa Fabbriotti, Viale della Libertà, 30 - Livorno

Siete invitate e invitati a partecipare

TINA NASTASI

Una grande protagonista
della cultura scientifica:
Emma Castelnuovo

TESTO PUBBLICATO
IN FORMATO ELETTRONICO EBOOK
DAL CENTRO STUDI ENRIQUES DI LIVORNO.



© Copyright 2014, Centro Studi Enriques
via Roma, 234 57100
Livorno - Italy
web : www.centrostudienriques.it
mail: centro@centrostudienriques.it

PROPRIETA' ARTISTICA E LETTERARIA RISERVATA PER TUTTI
I PAESI



Licenza Creative Commons

Questa opera è distribuito con licenza Creative Commons
Attribuzione - Non commerciale - Non opere derivate 2.5 Generico.

Impaginazione e progetto grafico/elettronico a cura di Lido Rossi.

TINA NASTASI

**Una grande protagonista della
cultura scientifica: Emma Castelnuovo**

*E Dio mi fece donna,
con capelli lunghi,
occhi,
naso e bocca di donna.
Con curve
e pieghe
e dolci avvallamenti
e mi ha scavato dentro,
mi ha reso fabbrica di esseri umani.
Ha intessuto delicatamente i miei nervi
e bilanciato con cura
il numero dei miei ormoni.
Ha composto il mio sangue
e lo ha iniettato in me
perché irrigasse tutto il mio corpo;
nacquero così le idee,
i sogni,
l'istinto
Tutto quel che ha creato soavemente
a colpi di mantice
e di trapano d'amore,
le mille e una cosa che mi fanno donna
ogni giorno
per cui mi alzo orgogliosa
tutte le mattine
e benedico il mio sesso.
(Gioconda Belli)*

Ma insegnare matematica a chi? Quando? Dove? (Emma Castelnuovo)

Emma, giacca sportiva e pantaloni dal taglio maschile, figura minuta e sottile al cospetto dell'imponente semplicità dell'Auditorium romano, tiene la sua ultima Lectio magistralis. È il 15 marzo 2007¹. La nuvoletta dei suoi capelli bianchi domina una antica lavagna luminosa davanti a lei, un enorme schermo gigante alle sue spalle. Il passato e il futuro si guardano attraverso la donna che è, lì, presente al suo pubblico, come fosse un unico grande allievo cui stare dappresso con cura, dedizione e amore, mentre rivela l'essenza più intima e semplice della matematica con le sue mani. Propone un indice per propiziare la pazienza in chi ascolta a sentire una lunga storia. La scrittura di Emma, incerta dell'incedere dei suoi anni, illumina la sala e orienta le menti di quanti partecipano in silenzio all'incontro con questa donna rara nella sua autentica verità umana. Passo passo, la sua voce ripercorre lo spazio dei secoli alla ricerca della storia dell'insegnamento della matematica.

«Ecco. Vorrei parlarvi di questo. Inizierò a parlare di scuola in epoche lontane. E pensare assieme a voi al problema scuola e società. Poi ci sarà un salto di secoli per arrivare all'insegnamento della

¹ Il testo della Lectio magistralis è conservato all'indirizzo web <http://www.umi-ciim.it/downloads/storia/testimonianze/LectioMagECast.pdf>.

matematica.

Nel VI secolo: gli *Elementi* di Euclide nella scuola.

Dopo tocco solamente alcuni punti: opinioni di pedagogisti, e opinioni di grandi matematici sull'insegnamento della matematica. Poi, quello che è successo durante la rivoluzione francese: i programmi di matematica, allora. Ancora, il boom industriale e l'insegnamento della matematica: siamo al 1900. E ancora, continuo l'indice: per quelli che sono di Roma, forse un regalo: qualcosa che nessuno sa: di quello che è avvenuto a Roma, Roma libera, Italia del Nord ancora occupata. E ancora, pensare all'insegnamento della geometria intuitiva, nel primo triennio secondario, e come sono stati cambiati i programmi. I programmi ufficialmente sono stati cambiati nel 1979, ma adesso andiamo in ordine.»

Saltellando di secolo in secolo, allegramente incurante dell'inutile rigore cronologico per chi come lei - e come lo zio Ghigo² prima di lei - vuole arrivare a toccare la sostanza, il cuore delle cose, giunge

² Federigo Enriques (1871 - 1946). Geometra algebrico italiano e amico, cognato e compagno di ricerche del padre di Emma.

alla voce del boemo Comenius³ «il più grande pedagogista di tutti i tempi, figlio di un mugnaio», che nel 1657, nel suo libro *Didactica Magna*⁴, scrive - ed Emma Castelnuovo gli presta ancora la sua voce rendendolo vivo e presente - «La scuola deve innalzare il povero, e anche aiutare il ricco, perché il ricco nelle scuole nobili, è obbligato a seguire uno studio astratto che lo schiaccerà sempre». E continua: «La conoscenza deve cominciare attraverso i sensi: perché dunque iniziare con un'esposizione verbale delle cose e non con un'osservazione reale di queste cose?»

Comenius rimane inascoltato. A pochi secoli di distanza, un grande matematico, Alexis Claude Clairaut⁵ scriverà un libriccino sugli Elementi di Euclide perché la sua amica, la marchesa de Châtelet⁶, spirito colto e di raffinata intelligenza - come è noto - diceva che non capiva niente dal libro di Euclide. «Non è ammissibile - scrive Clairaut e la voce di Emma lo sottolinea fermamente - iniziare lo studio della

3 John Amos Comenius (1592 - 1670). Insegnante, educatore e scrittore originario della Moldavia.

4 1633 - 1638.

5 (1713 - 1765). Matematico, astronomo, geofisico e intellettuale francese.

6 Gabrielle Émilie Le Tonnelier de Breteuil, marchesa du Châtelet (1706 - 1749). Matematica, fisica e scrittrice francese.

geometria da quanto c'è di più astratto, e cioè punto, retta piano. Si deve partire dal concreto, dalla realtà». Neanche la voce di Clairaut scuote l'ambiente intellettuale - commenta seccamente Emma - la matematica continua a essere insegnata sul modello euclideo.

«Si arriva alla rivoluzione francese. Si legge: "L'istruzione pubblica deve stabilire tra i cittadini un'uguaglianza di fatto perché è un bisogno di tutti". Ma invece è proprio la matematica che è responsabile di mettere in rilievo le differenze sociali perché se vanno a scuola tutti, ma l'allievo di una famiglia modesta non trova a casa l'aiuto in famiglia o precettori privati, l'aiuto per superare l'astrazione d'Euclide, allora abbandona la scuola. La scuola non è uguale per tutti e maggiore responsabile è l'insegnamento della matematica.»

Lungo i secoli, dal '700 al '900, diversi i tentativi di proporre per la scuola una matematica intuitiva. Ma le scelte politiche istituzionali non li sostengono: le differenze culturali servono a segnare la geografia della società a partire dalle sue frontiere di classe. Una pedagogia democratica non è accettabile. Si segue pertanto a insegnare la matematica per via astratta.

Fino a quando Emma Castelnuovo si rimboccherà le maniche e

sovverterà di fatto la didattica della matematica in Italia: Comenius e Clairaut suoi maestri del passato, suo padre e lo zio suoi maestri d'infanzia, Paul Libois⁷ e l'esperienza dell'École Decroly⁸ suoi maestri lungo la strada dell'insegnamento. Seguiamo i suoi passi per qualche pagina di questo mio racconto che vuole rendere omaggio ai suoi 99 anni di ieri, ai suoi 100 di oggi.

7 (1901 - 1991). Fisico e matematico belga, allievo di Federigo Enriques, professore all'Université libre de Bruxelles.

8 Ovide Decroly (1871 - 1971), neuropsichiatra belga, fondò nel 1907 l'École che porta il suo nome e che da allora a oggi mette in pratica i suoi principi pedagogici: l'osservazione alla base dell'apprendimento, la costruzione delle competenze a partire dagli interessi personali e in contesti interdisciplinari, il rispetto dei tempi di crescita dei/le singoli/e allievi/e, il riconoscimento dell'importanza reale del gruppo classe, la proposta educativa di fondo "agire per apprendere e non imparare prima di agire".

99: che sapore ha?

*«Per i perplessi: la matematica è un luogo improbabile dove:
- un paio di giorni e una coppia di fagiani hanno qualcosa in
comune ... »⁹*

99 possono essere:

le cannelle della fontana di L'Aquila

i nomi di Allah

le pecore abbandonate nel Vangelo

il numero einsteiniano

la banda musicale dei Posse

un numero che si legge comunque così, sia da sinistra che da destra
e ... gli anni di Emma

Con la matematica si gioca. Si gioca a patto di cominciare il viaggio che conduce nei suoi spazi siderali dalla realtà che possiamo cogliere con i nostri sensi. Altrimenti la matematica rischia di essere percepita come “insensata” appunto, puro esercizio astratto di regole e simboli privi di significato e valore. Ci sarà capitato di sentire spesso, ascoltando qualcuno che ricorda le sue esperienze scolastiche da piccolo o piccola, salire naturale la ben nota espressione (non

⁹ G. SPIRITO, *Di matematica e d'altro*, «Emmatematica», p. 40.

algebraica): «io odiavo la matematica». All'opposto, Emma Castelnuovo ha dedicato la sua vita intera a creare le condizioni perché allievi e allieve amassero la sua matematica. Le condizioni perché la potessero “prendere in mano”, ossia “apprendere”, attraverso una scuola del fare e della “significanza”¹⁰, ossia dell'atto pedagogico (educativo e formativo insieme), prima che didattico, che dà significato e forma a ciò che si va ad apprendere. A partire dalla realtà vera. A partire da un corpo vivo. A partire dalle mani che attraverso la materia danno forma all'informe, scoprendo regolarità, figure, proprietà e operazioni possibili sul reale, ragionando per ipotesi e verifiche sperimentali.

Parlo di gioco. Forzo un po' la lezione di Emma, che avrebbe parlato in questo caso, piuttosto di studio e ricerca. Forzatura apparente, tuttavia. Può sembrare così infatti in un mondo che svilisce la parola “gioco” e la condanna a una dimensione di terz'ordine (se non sesto o undicesimo) nella scala dei valori della vita: quella del basso divertimento, fine a se stesso, infantile, puerile, perdita di

10 Michael Camille Riffaterre (1924 - 2006) - linguista, filologo e semiologo francese - ha rubato questa parola che io amo tanto per descrivere nella sua teoria letteraria la rete di parole che in un testo crea un effetto di senso. Qui la uso io per descrivere la rete di gesti pedagogici che creano un effetto di senso dentro le persone in crescita e che le aprono alla fiducia verso la figura educativa adulta che diventa di riferimento.

tempo al confronto delle “cose serie della vita”. Non è così, ahì noi!, nella realtà più intima essenziale e profonda dell’essere umano. Ce lo insegna Max Neef¹¹ dall’America Latina. Nel suo modello di sviluppo a scala umana basato sui bisogni fondamentali dell’essere umano, il gioco è un soddisfattore tra i principali, basilari e completi¹².

Forzo la lezione di Emma, perché la sua didattica sperimentale messa a punto nell’arco di una vita intera creava di fatto le condizioni perché chi apprendeva la matematica con lei giocasse con le mani, la materia e la realtà per costruirla da sé la matematica. Quando si entra dentro alla descrizione di un laboratorio di Emmatematica, si fa fatica a distinguerlo, nel suo formato di proposta pedagogica, dai laboratori di Bruno Munari¹³.

Munari propone di insegnare ai bambini come si guarda un’opera piuttosto che leggerne solo il contenuto o il messaggio. L’arte visiva non va raccontata a parole, va sperimentata: le parole si dimenticano,

11 Artur Manfred Max Neef (n. 1932). Economista e ambientalista cileno, professore di Economia all’Università di California a Berkeley.

12 Cfr. http://www.max-neef.cl/descargas/Max_Neef-Desarrollo_a_escala_humana.pdf.

13 (1907 - 1998). Artista, designer, inventore italiano, diede un contributo fondamentale alle arti visive con le sue ricerche su gioco, metodo didattico, apprendimento tattile e cinestesico, creatività.

l'esperienza no. Se ascolto dimentico, se vedo ricordo, se faccio capisco, soleva ripetere l'artista, citando un antico proverbio cinese. Nei suoi laboratori si giocava all'arte visiva, si sperimentavano tecniche e regole ricavate dalle opere d'arte di ogni epoca e di ogni luogo, trasformate in giochi: è facendo che si scoprono le qualità diverse dei materiali e le caratteristiche degli strumenti. I bambini imparano giocando. Il laboratorio era dunque un luogo di creatività e conoscenza, di sperimentazione, scoperta e auto-apprendimento attraverso il gioco: era il luogo privilegiato del fare per capire, dove si fa "ginnastica mentale" e si costruisce il sapere. Era anche un luogo di incontro educativo, formazione e collaborazione. Uno spazio dove sviluppare la capacità di osservare con gli occhi e con le mani per imparare a guardare la realtà con tutti i sensi e conoscere di più, dove stimolare la creatività e il "pensiero progettuale creativo" fin dall'infanzia.

Emma aveva lo stesso progetto per l'insegnamento della matematica. E non ci si meraviglia di questa singolare coincidenza tra metodi di insegnamento artistico e matematico: la matematica, lo si sa da sempre - anche se lo abbiamo dimenticato (e l'oblio è pieno di

memoria, direbbe Mario Benedetti¹⁴) - è un'arte.

Che sapore ha una vita trascorsa a giocare con la matematica?

Seguiamo la storia dei passi di Emma.

14 (1920 - 2009). Giornalista, scrittore e poeta uruguayano.

La matematica nelle mani di una donna

Emma Castelnuovo è una donna scandalosa, a dispetto del suo andare profondamente sobrio nel mondo. Lo è da tempo immemore. Nel 1949 a Sévres (Parigi) fu accompagnata fuori dall'aula perché accusata dai suoi colleghi matematici - nel corso di un convegno - di voler fare scuola a quelli con le mani sporche¹⁵. Era settembre. Si teneva un convegno su “Le classes nouvelles”. Emma era stata invitata da alcuni professori di matematica colpiti dai suoi lavori sull'insegnamento della geometria intuitiva. Fu l'occasione per conoscere allievi e amici di Libois, il ponte per legarsi alle attività dell'École Decroly e dell'Université Libre di Bruxelles.

In due brevi video-interviste¹⁶ curate dalla Enciclopedia Italiana Treccani per la WebTv del suo portale del sapere, Emma ci spiega, nel suo stile sempre essenziale, il senso profondo della geometria:

15 Cfr. Unità: L'«Emmatematica» e puoi toccare la geometria con le mani e lo spago, 12/03/2009, <http://www.flcgil.it/rassegna-stampa/nazionale/unita-l-emmatematica-e-puoi-toccare-la-geometria-con-le-mani-e-lo-spago.flc>

16 Cfr. Emma Castelnuovo: come imparare la geometria?, http://www.treccani.it/webtv/videos/Int_Emma_Castelnuovo_come_imparare_la_geometria.jsp; Emma Castelnuovo: quali materiali possono usare gli studenti di geometria?, http://www.treccani.it/webtv/videos/Int_Emma_Castelnuovo_quali_materiali_possono_usare_studenti_geometria.jsp

e le sue mani, mentre mostra triangoli e quadrati, vanno nell'aria a delimitare spazi. La corposità delle forme è perfettamente palpabile ai nostri occhi, così come le proprietà intrinseche delle figure che mostra.

«Quando nel 1945 ho cominciato a insegnare regolarmente, mi sono resa conto subito che il corso di Geometria non interessava. Non è che rimanesse difficile. Ma non dava certamente alcuno stimolo. [...]. Mi sono resa conto che l'inizio di Geometria nel corso inferiore doveva partire dalla realtà, che non era in generale l'area e il perimetro dei campi, ma qualcosa, come dire, di più manuale. Ho dato perciò agli studenti, a questi ragazzini, qualcosa in mano. Un materiale semplicissimo che portava a costruire. Con questa costrizione uno si rendeva conto dell'enorme differenza che c'è, da un punto di vista tecnologico, tra un triangolo e un quadrato: il triangolo è fisso, rigido, il quadrato o il rettangolo sono articolabili. Ci si rende conto che, andando per la strada, tutte le impalcature che vediamo per la costruzione di un edificio o di altre cose, sono con una base triangolare. E' il triangolo che aiuta, non è un rettangolo o un quadrato, perché questi slittano tra le mani e cambiano la forma».

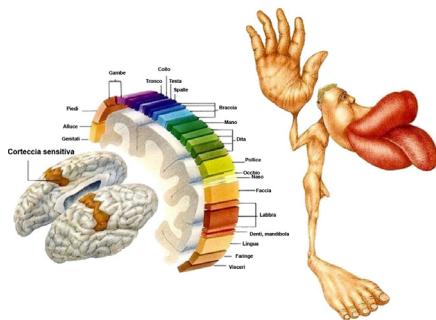
«Utilizzando delle striscioline di cartone, dotate di fori agli

estremi, si possono collegare fra di loro, facendo passare nei fori dei fermacampioni. Ci si accorge allora di una differenza enorme, cioè, il triangolo che ho fra le mani è rigido: anche cercando di spostare non si sposta; mentre il quadrato, costruito alla stessa maniera, ci si muove tra le mani. Ci si accorge allora, andando per la strada, che le impalcature sono sempre fatte di triangoli. Non potrebbero infatti essere costruite con rettangoli e quadrati perché si sposterebbero. Tutto questo prima non si vedeva. Cioè si vedeva, ma non si osservava. Dall'osservazione sempre più ricca nascono altri problemi. Non c'entrano più le sbarrette. Ma c'entra qualcosa che c'è sempre sotto gli occhi. Si osserva per esempio che l'ombra di un disco segnaletico, cioè di un cerchio, non è in generale un cerchio. E' un' ellisse o altre curve. Adesso è la realtà che ci circonda che sta al primo piano. Non si esce e non si va in giro senza guardare, senza osservare. L'osservazione non c'era prima: è stata stimolata da una costruzione precedente. La Geometria del primo corso diventa un corso di Matematica costruttiva. E dalla costruzione, l'osservazione. Osservazione che mano mano che passano gli anni diventa sempre più scialba, direi inesistente. Spesso anche perché gli oggetti, le figure che si muovono, si spostano a una velocità troppo grande per essere osservate. Basta pensare alle figure sullo schermo televisivo. Il lavoro

con un materiale ci obbliga invece a fermare l'attenzione, a seguire i vari passi».

La matematica di Emma è una matematica concreta, intuitiva, costruttiva. Fatta con materiali comuni, con gesti che la insegnano oltre le formule vuote di senso della didattica tradizionale. È una matematica che si impara per imitazione, vedendola fare e rifacendola, come si apprende un mestiere nella bottega di un artigiano, risolvendo a ogni istante ciascuno dei mille problemi che pone la varietà stessa dei materiali usati di volta in volta per disegnare il mondo attraverso quei punti cardinali che vi sono sottesi e che sono fatti di linee e numeri, come diceva Galilei. La via degli esempi costruisce la mappa delle regolarità e delle leggi che costituiscono e fondano l'edificio matematico.

E la scuola di Emma per chi ha “le mani sporche”, è scuola che significa. Apre finestre sul mondo e sulla realtà che circonda le persone in crescita, attraverso e grazie alla matematica. Per questo è interessante. Per questo è un piacere: ciò che s’impara a scuola apre al sapere essenziale e



necessario per la vita. Per crescere.

Forse qualcuno ricorda la mappa della corteccia motoria del cervello umano sviluppata da Wilder Penfield¹⁷ alla fine degli anni '90 del secolo scorso. Veniva visualizzata con un Homunculus, una figura umana in piccolo grottesca e sproporzionata. Nella rappresentazione, che è per sua natura somatotopica, alcune parti si vedono ingrandite (mano, piede, bocca): questo in ragione del fatto che la grandezza di una regione corticale è proporzionale al numero di recettori cutanei in essa presenti.

Il modello presentato da Penfield, anche se valido per la corteccia motoria primaria, in base ai nuovi sviluppi delle neuroscienze può considerarsi superato. In effetti il modello si basa su una suddivisione cerebrale netta tra aree sensoriali, associative e motorie. Recenti studi di neurofisiologia hanno determinato che le funzioni delle diverse aree motorie non sono sequenziali e semplici come ipotizzato nel modello

17 (1891 - 1976). Neurochirurgo statunitense, ha sviluppato metodi e tecniche pionieristiche nella chirurgia del cervello e ha dato notevoli contributi allo studio dei processi mentali.

di Penfield. Gli studi di Giacomo Rizzolatti¹⁸ hanno determinato che il sistema motorio presenta una parcellizzazione molto più specifica e orientata all'azione di quanto ipotizzato precedentemente. Un esempio esemplare è la scoperta e la comprensione dei neuroni cosiddetti a specchio.

Lo studio di questo gruppo di neuroni della corteccia motoria umana dovrebbe farci sovvertire molte delle pratiche scolastiche che pigramente docenti e dirigenti scolastici lasciano immutate dai tempi della Riforma Gentile. L'osservazione di gesti e azioni compiute dai propri simili, conduce l'essere umano - trascendendo il medium linguistico - a comprendere l'altro e ciò che fa e a ricrearsi un modello motorio interno. I neuroni specchio sembrano la base non solo per l'empatia e l'intersoggettività, bensì anche per l'apprendimento. «L'immaginazione motoria, l'osservazione di azioni, l'imitazione di azioni, e l'empatia sembrano condividere lo stesso meccanismo di base: una simulazione incarnata. Infatti la simulazione incarnata consente di creare modelli del mondo reale o immaginario. Questi

¹⁸ Neurofisiologo italiano di fama internazionale (n. 1937). È il coordinatore del gruppo di scienziati che nel 1992 ha scoperto l'esistenza dei neuroni specchio, cellule motorie del cervello che si attivano sia durante l'esecuzione di movimenti finalizzati, sia osservando simili movimenti eseguiti da altri individui. Tale scoperta pone una base fisiologica all'empatia.

modelli costituiscono l'unico modo a nostra disposizione di stabilire un nesso significativo con questi mondi, che non sono mai "dati" oggettivamente, ma sempre ricreati per mezzo di modelli simulati»¹⁹.

Da questo l'importanza di una scuola del fare. Emma Castelnuovo lo sapeva bene. E ben prima della scoperta dei neuroni specchio. Tanto bene che nel 1948 pubblicò un libro eretico: il suo *De revolutionibus* nella didattica della matematica. «*Geometria intuitiva*»²⁰, il titolo di quel testo dopo il quale nulla nella pedagogia scientifica poteva rimanere come prima.

Eretico come la cosmogonia di Menocchio²¹, il mugnaio friulano arrestato con quell'accusa nel 1583 dall'Inquisizione: sosteneva che «nel principio questo mondo era niente, et che dall'acqua del mare fu battuta come una spuma, et si coagulò come un formaggio, dal quale poi nacque gran moltitudine di vermi, et questi vermi diventorno homini, delli quali il più potente et sapiente fu Iddio».

19 Cfr. V. GALLESE, *La molteplice natura delle relazioni interpersonali: la ricerca di un comune meccanismo neurofisiologico*, « Networks », 1, 2003, pp. 24-47.

20 E. CASTELNUOVO, *Geometria intuitiva*, per le scuole medie inferiori, Carrabba, 1948.

21 Domenico Scandella detto Menocchio, diminutivo popolare di Domenico (Montereale Valcellina, 1532 - Pordenone, circa 1600), di cui narra Carlo Ginzburg nel suo *Il formaggio e i vermi. Il cosmo di un mugnaio* del '500, Einaudi 1976.

Una visione evolutiva della realtà basata sull'osservazione concreta. Una sovversione completa di ciò che nel mondo ideale delle religioni cristiane si era affermato ciecamente per secoli. Senza dubbi. Senza confronti con il reale. Una sovversione che portava sopra ciò che era stato lasciato sotto, in basso, e sotto ciò che si credeva sopra, in alto.

Operazione questa del tutto simile alla sovversione che opera Emma nel suo libro: la *praxis* deve precedere la *theoresis*. Specialmente nella matematica, la regina delle scienze. L'intuizione nell'operare del corpo fonda la deduzione delle regolarità e delle differenze.

Nello studio che prepara l'opera del 1948 per gli/le studenti della scuola media, Emma scriverà: «La geometria è nata come scienza sperimentale, da un punto di vista pratico: dalla misura dei terreni; noi lo sappiamo, lo diciamo anche ai ragazzi all'inizio del corso, ma poi presentiamo la materia alla rovescia, relegando l'argomento dell'equivalenza, che è il primo capitolo, come ultimo capitolo dell'ultimo anno di geometria piana. Dedichiamo invece il primo capitolo, quale introduzione al corso, allo studio dei segmenti e degli angoli, dandone subito la definizione; nei migliori testi di geometria intuitiva non manca una bella raccolta di esercizi anche su queste prime nozioni, ma, se questi esercizi servono a mostrare l'utilità pratica dei

concetti che abbiamo definito, essi non valgono d'altro lato a facilitare l'apprendimento di queste nozioni. Insomma, dato che le definizioni precedono la pratica, il ragazzo deve fare lo sforzo di concepire le idee astratte e, dopo che non le ha capite, farne le applicazioni. [...]. Fatta la critica del metodo tradizionale d'insegnamento, per vedere come potrebbe svolgersi il corso con più profitto, fissiamo gli scopi che si vogliono ottenere dal corso stesso. [...] Io penso che scopo essenziale del triennio di geometria intuitiva sia quello di richiamare l'interesse e l'attenzione dei ragazzi su fatti che poi costituiranno, per chi prosegue, il materiale del corso sistematico. Ma l'interesse per una disciplina qualunque nasce solo se si ha la sensazione di potere con la propria capacità e con la propria osservazione portare un contributo, anche minimo, a questa disciplina. Ora, se una disciplina mi viene somministrata dal generale al particolare, a partire da leggi evidenti, da definizioni e da concetti semplici, non ho la sensazione di poter dare io un contributo a questo studio. Il mio maestro potrà suggerirmi problemi e applicazioni di quanto ha spiegato, e io potrò con entusiasmo cercare di risolverli, ma, badiamo bene, è un ardore che finisce subito dopo risolto quel problema e rimane legato a quel determinato capitolo, ma non ho l'impressione di essere io a creare tutta la geometria e il susseguirsi dei problemi e dei capitoli.

È, diciamo così, un metodo attivo a isole, le isole essendo i vari capitoli. *È possibile, si domanda, creare per la geometria intuitiva un metodo attivo continuo?* La risposta si dà subito: lo sviluppo storico è, evidentemente, un lavoro attivo di secoli. Sorge quindi spontanea l'idea di seguire un metodo storico, ripassando, naturalmente senza esagerare, per lo stesso travaglio di ricerche e di errori. Io intendo insomma *sostituire a un metodo descrittivo un metodo costruttivo*»²².

L'obiettivo principale della sua geometria intuitiva è dunque quello di suscitare, attraverso l'osservazione di migliaia di esempi tratti dalla tecnica, dall'arte e dalla natura, l'interesse di allievi e allieve per le proprietà fondamentali delle figure geometriche e con esso il gusto e l'entusiasmo per la ricerca. Gusto che non può nascere diversamente dal far partecipare l'allievo/a in un lavoro creativo. È necessario, da un lato, nutrire la naturale curiosità istintiva dei ragazzi e delle ragazze tra gli 11 e i 14 anni, conducendoli alla scoperta delle verità matematiche, provando a dar loro l'impressione di averlo fatto da se medesimi/e, e, dall'altra parte, far loro sentire progressivamente

22 E. CASTELNUOVO, *Un metodo attivo nell'insegnamento della geometria intuitiva*, «Tecnica dell'insegnare», I (6), 1946, pp. 167-170, pp. 168-169.

la necessità di un ragionamento logico.

In queste poche battute l'impianto pedagogico dell'insegnamento scientifico di Emma e, con esso, di una nuova visione dell'educazione matematica in Italia.

Le radici di Emma

L'eresia in Emma ha radici lontane: le viene dalla lezione geometrica dello zio, Federigo Enriques, e dal rigore etico e metodologico del padre, Guido Castelnuovo²³.

Dalla pratica di didattica e di ricerca dello zio, Emma ereditava la consapevolezza del valore dell'errore, dell'uso dei modelli concreti nello studio degli spazi, della costruzione sperimentale della matematica che procede storicamente dal confronto con problemi della realtà e in un gioco di ipotesi, sensate esperienze e verifiche, giunge alla formulazione delle regole.

Dall'impegno civile di Castelnuovo e dal suo lavoro minuzioso di messa a punto di un linguaggio chiaro e preciso nella comunicazione dei risultati scientifici delle sue ricerche, Emma ereditava l'attenzione all'uso della lingua nella scienza e nella matematica e alla costruzione di un percorso significativo (e non puramente formale) di educazione

23 (1865 - 1952). Geometra algebrico italiano, presidente dell'Accademia dei Lincei dal 1946 alla morte, senatore a vita della Repubblica Italiana dal 1949.

scientifica nella scuola pubblica di un paese democratico.

Qui di seguito una piccola ed essenziale sintesi della sua storia di vita.

Nel 1936 si laurea in Matematica, per l'appunto, con una tesi in Geometria algebrica presso l'Istituto di Matematica dell'Università di Roma attualmente intitolato a suo padre. Al termine degli studi lavora, dal 1936 al 1938, come bibliotecaria nello stesso Istituto.

Nel 1938 risulta vincitrice del concorso per insegnare nella scuola secondaria, ma non ottiene la cattedra a causa delle leggi razziali instaurate in Italia dal fascismo nell'autunno di quell'anno. Per lo stesso motivo perde il posto di bibliotecaria. Da 1939 al 1943 insegna nella Scuola Ebraica di Roma²⁴. L'invasione tedesca degli anni '43 e '44 la costringe alla clandestinità. Dopo la liberazione di Roma (giugno 1944) ottiene la cattedra in una scuola media statale. Nello stesso anno organizza una conferenza sull'insegnamento della

²⁴ Bello, sobrio, intimamente commovente, ma senza mai sbavature di pietismo, il ricordo che ne fa Emma, di quella esperienza e della tenacia civile di suo padre in quel frangente, in *L'università segreta*, «La Repubblica», 20 gennaio 2002, pp. 29-32.

Matematica.

È del 1946 un suo articolo su *Il metodo intuitivo per insegnare la Geometria nel Primo Ciclo della Scuola Secondaria*, con le idee che svilupperà poi nel libro *Geometria Intuitiva* (1948) per fondare un metodo di insegnamento della matematica che non aveva nulla a che vedere con i programmi scolastici ufficiali in vigore all'epoca.

Nel 1951, a un anno dalla sua fondazione, Emma entrerà nella Commissione internazionale per il miglioramento dell'insegnamento della matematica (C.I.E.A.E.M.) e così avrà modo di conoscere e lavorare con Jean Piaget²⁵, Caleb Gattegno²⁶ e Pedro Puig Adam²⁷ tra gli altri. La Commissione sarà luogo d'eccellenza per lavori e pubblicazioni notevoli sul materiale per l'insegnamento matematico,

25 (1896 - 1980). Psicologo dello sviluppo ed epistemologo svizzero, ben noto per la sua epistemologia genetica che prende ispirazione dall'epistemologia di Federigo Enriques (cfr. T. NASTASI, *Federigo Enriques e la civetta di Atena*, Plus - Università di Pisa, 2011).

26 (1911-1988). Pedagogista egiziano, noto per il suo approccio innovativo all'insegnamento/apprendimento della matematica, delle lingue straniere e della lettura. Fondatore nel 1950 del C.I.E.A.E.M.

27 (1900 - 1960). Ingegnere industriale e matematico spagnolo. Diede un contributo fondamentale al rinnovamento dell'insegnamento della matematica in Spagna.

cui Emma parteciperà intensamente²⁸.

Nel 1963 esce la prima edizione del suo libro più noto, *La Didattica della Matematica*²⁹.

È il via all'attività pubblica internazionale di Emma: cicli di corsi e conferenze in Italia e in altri Paesi, presenza a quasi tutti i congressi e le commissioni nazionali e internazionali sull'educazione matematica. Sette anni di lavoro intenso e fruttuoso.

Nel 1971 un'altra rivoluzione. La prima *Esposizione Matematica*. Nel 1974, la seconda. Esposizioni matematiche dei lavori delle sue allieve e dei suoi allievi: impostazione viva dei suoi metodi didattici che darà linfa alla pubblicazione dei due volumi: *Documenti di un'esposizione di matematica nel 1972* e *Matematica nella realtà nel 1976*³⁰.

Dal 1977 al 1982 Emma dà una dimensione intercontinentale al

28 Il frutto di questa collaborazione internazionale è conservato nell'opera a più voci (C. Gattegno, W. Servais, E. Castelnuovo, J.L. Nicolet, T.J. Fletcher, L. Motard, L. Campedelli, A. Biguenet, J.W. Peskett, & P. Puig Adam), *Le matériel pour l'enseignement des mathématiques*, Delachaux & Niestlé, Neuchâtel, 1958.

29 Firenze, La Nuova Italia.

30 Torino, Boringhieri.

suo viaggiare nella matematica e nelle sue possibilità di insegnamento: in Niger. In quattro tappe. La sfida di un'esperienza didattica in classi con allievi nigeriani di scuola secondaria. In due di queste occasioni con il patrocinio dell'Unesco.

Nel 1979, in omaggio ai frutti di trent'anni di ricerche nell'insegnamento della matematica, viene invitata a contribuire alla stesura dei nuovi programmi ministeriali della scuola media.

Rendere visibile l'invisibile

La sfida raccolta da Emma in tutta una vita dedicata al suo lavoro nell'insegnamento della matematica e con i suoi allievi e le sue allieve di scuola media è stata sempre e solo dunque questa: rendere visibile ciò che non lo è immediatamente.

È molto facile scegliere una definizione di angolo ed esporla con cura agli allievi e alle allieve ma è anche molto raro che venga capita. Chiunque abbia un minimo di consuetudine con la pratica didattica concorderà con questa considerazione di Emma. Facciamo finta dunque di entrare con Emma in una classe, in una prima media. E diciamo ai ragazzini e alle ragazzine la definizione che segue: angolo è quella parte di piano compresa tra due semirette che hanno l'origine in comune. Andiamo poi a chiedere loro di disegnare un angolo più grande di uno dato. Vedremo che allungheranno semplicemente i lati che erano stati indicati con due segmenti.

Allora la domanda didattica (che in verità va ben al di là del puro piano didattico e investe tutta quella sfera educativa che Paulo Freire

chiamò *pedagogia della libertà*³¹) è: come fare perché “vedano”?

Perché questo è il nodo antico dell’insegnamento matematico (e non solo): la capacità di vedere, con gli occhi della mente, forme e concetti astratti è qualcosa che si apprende col tempo e con la crescita e maturazione delle facoltà cerebrali. Si apprende a partire da concetti concreti, acquisto di esperienze squisitamente corporee. Ben lontane e differenti da quella di un/a insegnante che detta la definizione teorica di un concetto pretendendo che di per sé risulti chiara a persone (in crescita e non) che sono chiamate ad apprenderlo. Come ben aveva capito Comenius. Come era chiaro all’amica di Clairaut e a lui stesso.

Le domande di Emma poste in epigrafe - Insegnare matematica a chi? Quando? Dove? - aprono finestre sul metodo emmatematico (lasciatemi passare la parola inventata).

La sua risposta pedagogica: insegnare matematica in modo sperimentale, operativo, che, attraverso il disegno, semplici strumenti matematici e l’esperienza diretta, aiuti a scoprire alcune delle proprietà

31 Paulo Freire (1921 - 1997). Educatore e pedagogo brasiliano, fu uno dei più influenti teorici dell’educazione del XX secolo. Nel 1967 pubblica il suo primo libro, *L’educazione come pratica della libertà*. L’idea che ne è alla base è che bisogna sviluppare una pedagogia della domanda.

fondamentali delle figure geometriche e a interrogarsi sulle ragioni della loro esistenza - solo dopo si potranno sostituire alle linee e alle superfici materiali delle figure i simboli astratti della matematica e dedurre da questi ultimi proposizioni meno evidenti.

In *La Didattica della Matematica*, Emma esamina quelle difficoltà che si presentano nella trasmissione dei concetti matematici da parte dell'insegnante e quelle che sorgono nella mente dell'allievo/a nell'atto dell'apprendere. Ha ormai messo a punto le tecniche e le strategie didattiche operative per offrire una visione sistematica del suo metodo, fin nelle parti più sorprendenti: la scelta dei materiali da mettere nelle mani, a disposizione degli/le studenti.

Le *Esposizioni Matematiche* sono un altro passo: la costruzione da parte degli/le studenti stesse di oggetti, pannelli, modelli dinamici in grado di evidenziare tanto le proprietà varianti quanto quelle invarianti di una figura e materiale didattico in genere, per esporre un argomento prescelto.

La ricerca sperimentale di Emma nell'insegnamento della matematica approda nel 1953 nella scoperta dei films di Geometria di

Jean-Louis Nicolet³².

Come far sì che delle figure geometriche parlino anche a chi non è particolarmente dotato? - si chiede Emma in apertura al primo dei suoi articoli sui films di Nicolet³³. Come far scorgere un legame fra proprietà apparentemente distinte ma che sono invece vicinissime, anzi che spesso si fondono in un'unica legge matematica? Come - in parole povere - educare a «guardare e guardar bene»? - prosegue, facendo sua un'espressione dell' Henri Poincaré di *Science et méthode*³⁴.

Aiuterebbe - e di molto - introdurre nella scuola l'idea di Poncelet³⁵

32 Jean-Louis Nicolet (1901-1966), insegnante di matematica svizzero autore di films pionieristici - brevi animazioni silenti di alcuni dei più comuni argomenti di geometria elementare. Tali animazioni furono sviluppate in versioni animate al computer negli anni '80 da Caleb Gattegno. Un esempio della Geometria Animata nei films di Nicolet, lo si può rintracciare, per gentile concessione del Association of Teachers of Mathematics, all'indirizzo web: <http://www.youtube.com/watch?v=gum9kvxR9K8>.

33 E. CASTELNUOVO, *I Films di Geometria di Jean Louis Nicolet*, «Gazeta de Matemática», XIV (56), 1953, pp. 7-9, p. 7.

34 Henri Poincaré (1854 - 1912). Matematico, fisico teorico, ingegnere e filosofo della scienza francese. Pubblica l'opera citata nel 1908.

35 Jean-Victor Poncelet (1788 - 1867). Ingegnere e matematico francese, rinnova la geometria proiettiva. L'idea che il suo principio di continuità potesse essere una chiave di volta per l'insegnamento della Geometria era stata accarezzata da Federigo Enriques nella sua revisione dei manuali universitari (cfr. T. Nastasi, *Federigo Enriques e la civetta di Atena*, cit.).

avendo il coraggio di toccare la bellezza statica del trattato euclideo e aprire l'insegnamento della geometria a quel movimento che è dato dal *principio di continuità*: «le proprietà di una figura rimangono valide anche se la figura varia e si deforma in modo continuo, pur di tener conto di particolari modificazioni, per esempio di elementi che da reali possono divenire immaginari, di grandezze che possono diventare nulle o negative».

In una classe attiva dove l'allievo o l'allieva vengano posti in uno stato di ricerca, non è più la perfezione statica che deve informare l'insegnamento. E il principio di continuità può dare alla geometria elementare quella spinta creativa che ha dato alla geometria algebrica. «Ma, come passare da una figura a un'altra, come far muovere i vari elementi in modo visivo ed elementare? come, insomma, realizzare la variazione di una figura per gradi insensibili in modo che anche un ragazzino possa cogliere e tener presenti ad un tempo le condizioni iniziali, gli stati successivi, e le particolari modificazioni?».

Questo il problema, questa l'idea che hanno ispirato e guidato il lavoro di Nicolet nei suoi disegni animati.

Nel film *Segmento visto sotto angolo dato* (il cui titolo parrebbe

poter pacificamente rientrare in una delle raccolte poetiche di Wislawa Szymborska³⁶), Nicolet affronta l'argomento che costituisce la proposizione inversa di quella trattata da Euclide e che negli *Elementi* forma le proposizioni 21 e 32 del Libro I. Sullo schermo appaiono successivamente un segmento, un punto fuori dalla retta del segmento, l'angolo formato dalle semirette congiungenti il punto dato con gli estremi del segmento.

«Vi è un determinato angolo, ma - ci dice la figura mobile che sembra tradurre sullo schermo le parole di Poincaré - “guarda e guarda bene”: non vi è un solo il punto che per primo appare sullo schermo da cui il segmento è visto sotto quel determinato angolo. Osserva, ve ne è anche un altro e un altro ancora, ve ne sono moltissimi di punti; e, guarda bene, si possono anche considerare dei punti posti dall'altra parte del piano rispetto alla retta del segmento, punti simmetrici dei primi, e anche gli estremi del segmento: l'angolo formato dalla corda e dalla tangente in esso al cerchio viene messo in particolare evidenza.

Vi sono infiniti punti; dove si trovano? Su un arco di cerchio che

36 WISLAWA SZYMBORSKA (1823-1912), poeta

ha per corda quel segmento, anzi su due archi di cerchio ...

Gli angoli spariscono dallo schermo, sparisce anche la corda; rimangono i due archi che formano un'unica curva.

Questo ci dice la figura, che sembra parlante, ma il film è muto come tutti i films di Nicolet». ³⁷

È vero, come si dirà: il film di Nicolet non è una dimostrazione. Ma il film di Nicolet non vuole sostituire la dimostrazione. Né è la dimostrazione in sé che presenta in generale difficoltà. La difficoltà vera sta nell'intuire, nel cogliere una data proprietà. E in questo senso il contributo dato dal film, dalla veduta dinamica della proprietà Emma lo riassume così:

«1) un punto muovendosi sempre soggetto a quella data condizione genera una curva;

2) questa curva è simmetrica rispetto a una retta, la retta del segmento da cui siamo partiti;

3) “sembra” che i due archi uguali di cui è formata la curva siano archi di cerchio;

37 E. CASTELNUOVO, *I Films di Geometria di Jean Louis Nicolet*, cit., p. 8.

4) questi archi passano anche per gli estremi del segmento.

I numeri 1) e 2) mostrano al ragazzo una figura geometrica - un insieme di punti, una linea - che non è facile intuire in un disegno statico: è difficile infatti “vedere”, nel senso di immaginare, una figura in formazione.

In una rappresentazione statica il ragazzo “vede” il punto da cui siamo partiti, vede poi globalmente l’insieme di punti, cioè gli archi di cerchio, ma non riesce a immaginare questa curva come generata dalla traiettoria del punto; proprio come, direi, nel guardare il mio garofano fiorito ricordo il primo germoglio, ma non ho mai visto e il mio occhio non sarà mai in grado di vedere le diverse e successive fasi dello sviluppo.

Il numero 3) fa sentire, direi presentire, la verità; la fa intuire in modo visivo: ma saranno veramente due archi di cerchio come sembra dalla figura? È ora che il ragazzo sente il bisogno di una dimostrazione.

Anche il numero 4) fa nascere dei dubbi: se l’arco di cerchio passa anche per gli estremi del segmento, come mostra il film, ciò significa che tali estremi sono punti che godono della stessa proprietà cioè

l'angolo secondo cui da uno di questi estremi si vede il segmento ha sempre quel dato valore. Ma, dove è quest'angolo? In una visione statica, euclidea, è impossibile mettere in rapporto l'angolo formato dalla tangente e dalla corda con l'angolo formato dalle due secanti. In una visione dinamica, invece, i due concetti si fondono in uno solo: l'angolo alla circonferenza si modifica per gradi insensibili fino a diventare l'angolo della tangente e della corda.

È il principio di continuità, reso visivo dal cartone animato, che ha operato l'unificazione di questi due casi.

L'idea fondamentale del Nicolet è questa: il matematico non arriva alla dimostrazione se prima non ha avuto l'intuizione della verità: è questo "momento" spirituale, quel brivido della scoperta, che a pochi è dato di godere, che il Nicolet vuol far "sentire" a chiunque si avvicini allo studio della matematica. È quell'attimo di visione superiore che anche il ragazzino può così provare.

È in ciò che i films di Nicolet si distinguono sostanzialmente da altri, anche interessantissimi, che sono apparsi recentemente: lo scopo di questi è di servire da riassunto, da concatenazione di argomenti, da lavoro finale. E, come l'idea è di brevissima durata, così

questi films durano pochissimi minuti; il ragazzo non può stancarsi nell'osservare»³⁸.

Nella sua didattica quotidiana, Emma che non sa fare films di geometria, mette in mano ai bambini e alle bambine striscette di carta e fermacampione, insegna loro a fissare le striscette in forme poligonali mobili, gioca insieme a loro con le mani, li abitua a vedere il gioco delle trasformazioni da una forma all'altra. Alla scoperta di invarianti e affinità. Attirando di tanto in tanto la loro attenzione dal modello articolabile alle ombre date dai raggi del sole, sul pavimento, sulle pareti, dei riquadri delle finestre. Porsi domande e rintracciare corrispondenze. Magari tendendo due fili. In un gioco di trasformazioni che porta a “vedere” da sé, trascendendo il piano del concreto.

Perché il primo passo è educare prima di tutto a guardare, ad osservare un concreto. Un «passo che non è uguale per tutti perché i bambini di ambiente operaio guardano meglio e con più fiducia dei

38 E. CASTELNUOVO, *I Films di Geometria di Jean Louis Nicolet*, cit., p. 8-9. I films di Nicolet, avverte Emma in nota al suo intervento, sono stati acquistati dalla Cineteca Autonoma per la Cinematografia scolastica del Ministero della Pubblica Istruzione. Esisterà ancora, o è stato smantellato d'accordo con la cancellazione della parola “Pubblica” operata dalle nostre governanti dell'educazione nazionale? Chissà ...

loro compagni di ambiente borghese»³⁹.

39 E. CASTELNUOVO, *È possibile un'educazione al "saper vedere" in matematica?*, «Boll. U.M.I. », XXII (8), 1967, pp. 539-549, p. 548.

E Dio mi fece donna

«Ci domandiamo talvolta - dice Guido Castelnuovo in una relazione letta all'apertura della *Conférence internationale de l'enseignement mathématique*, tenutasi a Parigi nel 1914 - se il tempo che dedichiamo alle questioni d'insegnamento non sarebbe meglio impiegato nella ricerca scientifica. Ebbene rispondiamo che è un dovere sociale che ci obbliga a trattare questi problemi. Non basta in effetti produrre la ricchezza, occorre anche procurare che la sua distribuzione avvenga senza ritardi e dispersioni. E non è forse la scienza una ricchezza, anzi la più preziosa delle ricchezze, quella che forma il nostro orgoglio e che è la fonte delle nostre gioie più pure? non dobbiamo forse facilitare ai nostri simili l'acquisizione del sapere che è, insieme, potenza e felicità?»⁴⁰.

Emma Castelnuovo incorpora la lezione del padre. La fa sua. In una vita dedicata per scelta all'insegnamento nella scuola media, ne fa un programma di ricerca. Scientifico. L'accademia universitaria, che non l'ha mai chiamata a sé, nemmeno dopo la caduta delle leggi

40 E. CASTELNUOVO, *La Didattica della Matematica*, cit., p. 6.

razziali, non ha ancora riconosciuto tutto questo prezioso lavoro sperimentale. È didattica. La ricerca scientifica è altro. Hoc est, in questo nostro Paese messo in ginocchio dall'Istruzione che snobba l'Educazione, la Cultura dei Saperi, la Scuola del Fare e privilegia ancora l'Alta Formazione e l'Astrazione Ideale.

Dimentica che c'è stato un tempo, lungo tutto 40 anni e più, in cui una donna, intrisa - fin dalla più tenera infanzia - della migliore Matematica che ha fatto Scuola in questo nostro Paese - la Geometria algebrica secondo l'indirizzo italiano - ha studiato, sperimentato e trovato il modo di insegnare la matematica formando giovani menti alla ricerca. Ché questo è la scienza.

Per usare una bella immagine di un antico poema del VI secolo della nostra era, richiamato da Nicoletta Lanciano nel ricordare il suo tirocinio sperimentale con Emma, «mi insegnava stando dappresso indicandomi le stelle con il dito»⁴¹.

41 N. LANCIANO, *Indicare le stelle con il dito*, <http://web.cheapnet.it/autoriforma/maestre/lanciano.html>.

Ringraziamenti

Il mio grazie più affettuoso va a Ornella Pompeo Faracovi che mi regalato l'opportunità di entrare nella vita e nella storia di Emma invitandomi a parlare di lei a Livorno.

Senza l'aiuto di Nicoletta Lanciano, che dell'insegnamento pedagogico di Emma ha fatto prezioso tesoro cogliendone tutto lo spirito e portandolo oltre la matematica stessa a conquistare il cielo, nell'insegnamento dell'astronomia nella scuola e all'università, non avrei saputo orientarmi nella ricerca dei punti cardinali della vita e dell'opera di Emma.

Ringrazio davvero le amiche dell'Associazione Centrodonna Evelina De Magistris per avermi voluto ospitare nella giornata dedicata a Emma.

Bibliografia & Filmografia

Una raccolta di scansioni elettroniche delle pubblicazioni di Emma Castelnuovo è stata curata da Claudio Fontanari ed è rintracciabile all'indirizzo web:

<http://www.science.unitn.it/~fontanar/EMMA/emma.htm>.

Le scansioni elettroniche sono state effettuate presso il Dipartimento di Matematica dell'Università degli Studi di Trento su libri fuori commercio presenti nel Catalogo Bibliografico Trentino e presso il Dipartimento di Matematica dell'Università degli Studi di Milano su edizioni a stampa inviate in dono dall'autrice a Paola Gario.

Una bibliografia esaustiva delle opere di Emma Castelnuovo, curata da Marta Menghini con la collaborazione di Mario Barra, Lucilla Cannizzaro, Nicoletta Lanciano, Daniela Valenti, è rintracciabile all'indirizzo web:

http://www1.mat.uniroma1.it/ricerca/gruppi/education/scanner%20emma/Pubblicazioni_Emma_Castelnuovo.htm

La bibliografia presentata dal gruppo di lavoro è frutto di accurate ricerche, ma Emma Castelnuovo non possiede un elenco delle proprie pubblicazioni e qualcuna può essere sfuggita. In particolare non sono indicate tutte le traduzioni di *La didattica della matematica*, né tutte le edizioni dei libri di testo.

È articolata in sezioni, ciascuna indicata con una sigla utile per i rimandi alle pubblicazioni di Emma presenti nei vari articoli del volume per cui è stata redatta.

Nella stessa collana:

1. Ornella Pompeo Faracovi, *Educazione umanistica e educazione scientifica dopo l'unità*, 2012

Publicato per la prima volta nel mese di aprile 2014
sul sito internet ufficiale del Centro Studi Enriques
www.centrostudienriques.it