

The logo consists of a dark green speech bubble shape with the word "TEMA" written in white, bold, uppercase letters inside it.

TEMA

Educazione scientifica e Scienze Forensi

Veronica Cavicchi

Docente di Matematica e Fisica, Scuola secondaria di II grado

cveronic@gmail.com

Premessa

Freudenthal ricorda che occorre proporre agli alunni l'idea di reinvenzione della realtà, intesa come invenzione guidata, in cui gli studenti destrutturano i concetti e li riacquisiscono in modo nuovo, percorrendo in modo personale e diverso il cammino dell'apprendimento e della crescita personale. È possibile sviluppare la didattica attraverso un approccio di tipo laboratoriale, che sfrutti le TIC, e una modalità di *Inquiry Based Learning*, in modo che gli alunni apprendano in contesti più vicini alla realtà e alla loro vita. Il percorso è stato proposto nel 2011 sviluppando l'Analisi dei dati e l'Acustica, in una terza di un Centro di Formazione Professionale di Brescia, ed è stato riproposto, approfondendo solo l'Analisi dei Dati, nel 2013 in una prima di un Liceo Scientifico Statale della stessa città.

Le classi coinvolte e la metodologia

Il percorso di tipo cooperativo si è concretizzato nel 2011-2012 all'interno del progetto *Il mondo dà i numeri*, promosso da CASIO Italia e dal

museo della Scienza e della Tecnica Leonardo da Vinci di Milano attraverso il CREI. Il fine, che si pone, è di promuovere la ricerca in Fisica, con una didattica legata al *Problem Solving*. Il gruppo classe del 2011 era composto da 24 allievi, curiosi e vivaci, di diversa provenienza geografica. All'interno della classe vi erano alcuni alunni con DSA e con BES, due con ospedalizzazioni frequenti, ed un'alunna molto sensibile con scarsa autostima. Le attività sono state proposte in gruppi eterogenei di 4 o 5 allievi, sfruttando il *peer tutoring*, attraverso simulazioni e approfondimenti personali. L'esperienza è stata sviluppata all'interno di una unità di apprendimento di tipo trasversale, coinvolgendo più discipline. Sono state date agli alunni schede per la riflessione metacognitiva. È stato somministrato loro, all'inizio e a conclusione dell'attività didattica, anche un questionario sulle misconcezioni legate alle onde sonore, elaborato a cura del prof. Stefano Oss e dei suoi collaboratori. Il percorso è stato funzionale nel 2011 alla risoluzione del caso proposto al Museo di Milano.

Il gruppo classe del 2013–2014 è di tipo molto omogeneo e di livello alto, costituito da 25 alunni, nella quasi totalità italiani, con ottime capacità nell'area scientifico–matematica, motivati e determinati. La prassi didattica è stata sviluppata solo all'interno della disciplina di Fisica e gli alunni hanno lavorato in modo individuale, senza l'ausilio di calcolatrici grafiche o strumenti dedicati ma solo con l'utilizzo di software proprietario oppure open source.

Lo sforzo è stato di far sì che gli studenti non fossero recettori passivi dei concetti matematici presenti nel programma scolastico, ma diventassero attivamente coinvolti nell'apprendimento, arrivando a descrivere fatti e fenomeni della realtà attraverso una modalità quantitativa, la stesura di un modello matematico, giusto o sbagliato che sia, confermabile o confutabile direttamente attraverso misure sperimentali. La scelta è sempre stata quella di proporre un percorso sull'intera classe, pur immaginando le difficoltà in ambito scientifico degli alunni del Percorso Professionale, che non avevano mai affrontato attività di Problem Solving, e la sorpresa che avrebbe potuto disorientare gli allievi del Liceo Scientifico, abituati ad un approccio didattico di tipo tradizionale. In entrambe le situazioni non è stato dato alcun aiuto agli alunni da parte dell'insegnante: gli studenti hanno dovuto trovare da soli la soluzione ai problemi loro proposti attraverso l'utilizzo delle TIC.

Il percorso didattico

L'attività propone di costruire set sperimentali che permettano di appli-

care modelli matematici alle scienze forensi, attraverso situazioni simulate, esplorando alcuni fenomeni scientifici, che aiutino gli investigatori a rispondere a domande come:

- Esistono delle relazioni fra due serie di dati apparentemente diverse? (Correlazione lineare fra insiemi di dati).
- Come faccio a identificare le persone attraverso l'analisi della voce? (Analisi delle onde sonore).

La prima parte del percorso sull'Analisi dei Dati sviluppa l'idea di modello fisico-matematico, il significato di correlazione e alcuni elementi statistici; la seconda e terza parte riguardano il fenomeno delle onde sonore e le connessioni tra Scienza, Suono e Musica; l'ultima parte tratta il legame tra musica e dimensione quotidiana. L'esperimento proposto al museo, *Un numero ignoto*, era un caso di Scienze Forensi sull'analisi dei suoni e lo spettro della voce, mediante lo studio di segnali digitalizzati con l'algoritmo della Trasformata Veloce di Fourier (FFT), utilizzato solo in modo intuitivo dagli alunni ed applicato ad una sequenza di emissioni sonore in *Dual-tone multi-frequency* (DTMF), ottenute premendo la tastiera di un telefono e ascoltate dagli alunni in una sintesi pre-registrata.

Le tecnologie e gli strumenti

Gli strumenti utili per l'implementazione efficace del percorso sono: CmapTools, Editor di Testi, Software di presentazione, Foglio di Calcolo, un righello, 3 cronometri, analizzatore di dati EA-200 con collegamento alla calcolatrice grafica Casio fx-CG20-L o Software di Analisi dello spettro sonoro, 3 diapason, tubo di metallo, righello, stetoscopio, lamina vibrante, cassetta di risonanza, martelletto, cartoncino 40 x 40, metro.

Benché le esperienze siano pensabili in modo ottimale con questi strumenti, alcune di esse sono facilmente replicabili anche senza di essi, sfruttando solo il software per l'analisi dei suoni, l'Editor di testi e il Foglio di Calcolo o applicazioni dedicate a tali compiti presenti su dispositivi mobili.

Esempi di case study, legati alle scienze forensi

Una notte accadde

"Era la notte del 17 febbraio. Un'abbondante nevicata aveva coperto il terreno con una spessa coltre di neve. Veronica aveva trascorso la serata

a casa dalla sua amica Anna; a mezzanotte si era incamminata attraverso la piazza per raggiungere il suo appartamento situato al secondo piano di una palazzina situata dall'altra parte della piazza; per fortuna aveva smesso di nevicare da circa mezz'ora. Purtroppo Veronica non arrivò mai a casa propria. Alle prime ore dell'alba il suo cadavere fu trovato nella piazza. La polizia fece immediatamente circondare tutta la piazza bloccando le vie di accesso ed iniziò le sue indagini.

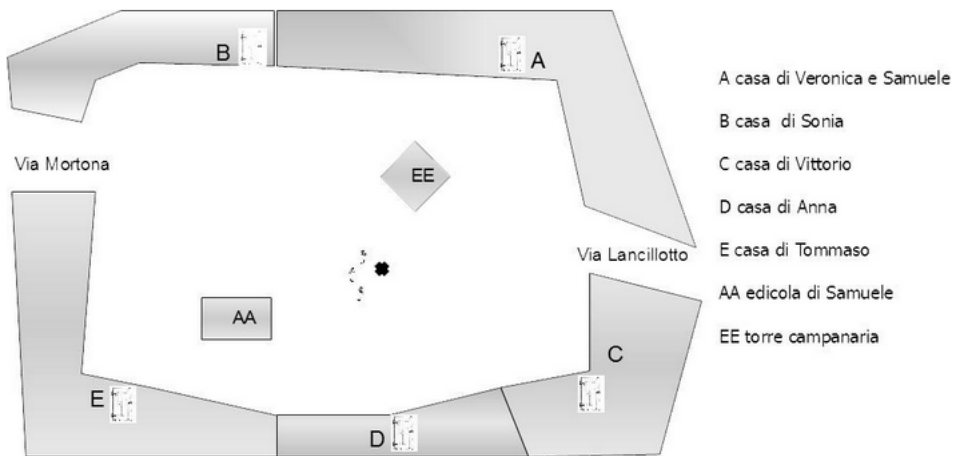


Fig. 1 – Rappresentazione della piazza del caso de Una notte accadde.

In piazza risiedono nelle loro case le seguenti persone:

- *Veronica, la sfortunata.*
- *Samuele edicolante, età 45, statura 165 cm.*
- *Sonia, medico, età 38, statura 175 cm.*
- *Vittorio, impiegato di banca, età 36, statura 188 cm.*
- *Anna, amica di Veronica, età 54, statura 169 cm.*
- *Tommaso, campanaro della torre presente in piazza, età 50, statura 178 cm.*

Interrogando ciascuno separatamente, gli investigatori raccolsero le seguenti informazioni sui movimenti di quella notte:

- *Samuele era uscito di casa (A) ed aveva raggiunto la sua edicola (AA).*
- *Sonia era uscita di casa (B), dirigendosi verso via Lancillotto per*

- iniziare il suo turno di lavoro all'ospedale.*
- *Vittorio era uscita di casa (C), per dirigersi verso via Mortona.*
 - *Tommaso era uscito di casa (E), per recarsi alla torre campanaria (EE).*
 - *La fitta nebbia calata aveva fatto sì che percorressero dei percorsi un po' tortuosi e non aveva permesso a ciascuno di loro di osservare alcunché di strano.*
 - *Nessuno nel suo tragitto si era imbattuto in altre impronte nella neve, quindi nessuno dei percorsi (neanche quello lasciato dalla vittima) si intersecava.*
 - *Nessuno di loro aveva attraversato più di una volta la piazza.*

La forma delle orme non mostrava che l'assassino fosse scappato di corsa.

Fra le persone interrogate su chi ricadono i maggiori sospetti? Giustificare i sospetti."

Prima di risolvere il caso e dopo averlo presentato alla classe, sono stati eseguiti tre esperimenti, uno sulla velocità di reazione, uno sulla velocità di stimolo e uno sulla ricerca di correlazioni biometriche.

Velocità di stimolo

L'esperimento analizza il tempo di propagazione di un segnale, come una stretta di mano, attraverso catene di persone costituite da un numero sempre maggiore di alunni, che si trasmettono la stretta, mentre hanno gli occhi chiusi. La propagazione inizia quando l'insegnante stringe la spalla al primo della catena, e finisce quando l'ultimo della catena dà il segnale vocale di fermarsi non appena lui stesso riceve la stretta di mano. L'esperimento si ripete, variando la metodologia di trasmissione del segnale, chiedendo, ad esempio, agli allievi di mettersi in fila indiana, dove ciascuno appoggia la mano sulla spalla di chi gli sta di fronte e trasmette il segnale con una stretta della mano sulla spalla. Si analizzano successivamente le relazioni tra i dati e si ipotizza se sia possibile fare delle previsioni di tipo generale sul fenomeno.

Relazioni biometriche

Questa attività sperimentale intende verificare se fra le seguenti coppie di grandezze esistano delle correlazioni:

- Il numero di piede di una persona e la lunghezza del suo passo.
- L'altezza di una persona e la lunghezza del suo passo.

- L'altezza di una persona ed il suo numero di scarpa.
- La lunghezza avambraccio e la lunghezza piede.
- La lunghezza del passo e la lunghezza delle gambe.

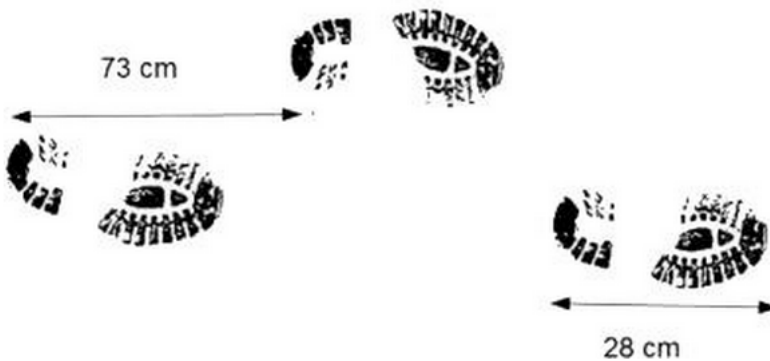


Fig. 2 – Rappresentazione delle orme sulla neve del caso de Una notte accadde.

Conoscendo un'eventuale legame esistente fra queste grandezze, partendo dalle orme rappresentate in figura e da alcune informazioni sull'anatomia del ricercato, si può risolvere il caso de Una notte accadde.

Un numero ignoto

"Lo controllavano ormai da 15 giorni. Avevano piazzato microspie in tutto il suo studio oltre che nella sua casa; avevano le registrazioni audio di ogni giorno. Il famoso commerciante di gioielli Franco Derenzi era sospettato. Gli investigatori erano arrivati a lui e ad altri 4 suoi complici d'affari, dopo aver vagliato un numero spropositato di telefonate intercettate. Sapevano i nomi ed i numeri del telefono cellulare di tutti e quattro: Dino 328 3138786, Ezio 394 6828173, Fabio 328 4618653, Fausto 333 5400967, ma volevano delle prove per incastrarli definitivamente.

Il turno di ascolto del maresciallo stava volgendo al termine, erano le 23,15 e fra meno di un'ora sarebbe giunto il collega per il cambio notturno. Non era successo alcunché quella sera: dalle microspie era giunto solo un leggero rumore di fondo e niente più, da cui aveva concluso che Derenzi era stato fuori per tutto il tempo e non era ancora rientrato. C'era stata una serie di rumori verso le 19,30 che il maresciallo aveva ricostruito e riportato sul rapporto come pulizie della governante. Decise di andare a prendersi un caffè contravvenendo alle regole ma quel lavoro

era di una noia mortale ...

Ritornò con la tazza di caffè e appena entrò nella stanza sentì che i diffusori collegati alla ricevente delle microspie stavano diffondendo forti suoni provenienti dalla casa ... rumori di oggetti rovesciati, voci concitate:

***... lo dirò agli altri tre del gruppo ...
tu non dirai proprio niente ...
NON FARLO ...***

Degli spari!

Poi rumori come se qualcuno cercasse disperatamente qualcosa ... porta sbattuta, passi di corsa di un uomo in fuga, i toni di una chiamata sul telefono ... e poi il silenzio. Subito diede l'allarme, chiamò la pattuglia che sostava vicino alla casa del Derenzi per dire di intervenire ... ma quando gli agenti entrarono era troppo tardi: l'uomo era fuggito ed il Derenzi giaceva morto sul pavimento. Nella sua mano un telefono ... Chi ha ucciso Derenzi?"

[Clicca qui per visionare il Video CaseStudy IT UDL](#)

Risultati raggiunti

Anno formativo 2011 – 2012

Tutti gli alunni avevano impegni di lavoro pomeridiani, ma nonostante questo, hanno partecipato alle attività laboratoriali facoltative, frequentando la scuola in orario extra-curricolare. Si è aperto loro uno scenario nuovo. Quasi tutti si sono iscritti al quarto anno, anch'esso facoltativo ed alcune allieve hanno chiesto quale fosse la strada per continuare gli studi all'università. L'attività ha avuto un impatto positivo sul gruppo classe. Molti alunni hanno scelto argomenti di Fisica per la tesina di qualifica: La Scienza del Suono, La Matematica nell'Antico Egitto, Illudere l'occhio, Il concetto di tempo, L'alimentazione, Gli effetti chimici nella permanente, Il Giappone e il nucleare, Galileo e l'Astronomia, Simmetrie e fisiognomica, L'energia, La chimica, Archimede e le sue invenzioni. I punteggi medi raggiunti dalla classe nel 2012 all'esame di qualifica per la presentazione orale e per lo scritto di Matematica sono stati decisamente al di sopra la media.

Anno formativo 2013 – 2014

Gli allievi, impegnati seriamente nell'esperienza, per poter eseguire un maggior numero di osservazioni biometriche e per avere così più dati a disposizione, hanno coinvolto nei loro esperimenti anche amici e parenti. Spesso si sono trovati a discutere del caso proposto in contesti informali. Le relazioni di laboratorio prodotte sugli esperimenti erano approfondite. I ragazzi hanno incrementato la motivazione verso la disciplina. Alla fine del primo trimestre nessuno alunno della classe ha presentato insufficienze in pagella in Fisica.

Riferimenti

SENnet, Universal Design for Learning Overviews in Europe and Worldwide, policies and Practise, SENnet Project Thematic report no. 2, October 2013, pag. 72 – 78

Narrazione de *Il mondo dà i numeri*, realizzata attraverso il motore 1001storia, Maggio 2012,

<http://www.1001storia.polimi.it/meusGEN/meuslive.php?public=1&projectid=1299ù>

Presentazione dell'esperienza al Convegno del CKBG Tecnologie e Leggerezza, Pavia, Gennaio 2014,

<http://www.slideshare.net/CKBGShare/cavicchi>

Museo della Scienza e della Tecnica Leonardo da Vinci,

<http://www.museoscienza.org/>

CASIO ITALIA,

<http://www.casio-edu.it/>