



Scuole Outdoor in Rete



MaddMaths!
MAtematica Divulgazione Didattica



**LA MATEMATICA
DEL VENTO**

L'OUTDOOR EDUCATION e la didattica delle discipline



Prof. Gianluigi Boccalon

anno scolastico 2022/23

INTRODUZIONE

Abbiamo già visto come l'attività laboratoriale, o per meglio dire l'attività manuale, sia uno stimolo alla comprensione dei concetti disciplinari anche più complessi.

Alcuni esempi sono stati già trattati nelle seguenti pubblicazioni:

https://maddmaths.simai.eu/wp-content/uploads/2021/08/matematica_con_le_manip.pdf

<https://maddmaths.simai.eu/wp-content/uploads/2018/09/I-numeri-della-Grande-Guerra.pdf>

<https://maddmaths.simai.eu/wp-content/uploads/2017/10/I-colori-della-grammatica.pdf>

<https://maddmaths.simai.eu/wp-content/uploads/2018/05/Attraversare-loceano-passeggiando-in-giardino.pdf>

Con questo articolo vedremo più in dettaglio la Didattica delle Discipline declinata come modalità Outdoor Education.

Il modello didattico dell'**OUTDOOR EDUCATION** è ampiamente esposto nel volume "Progettare l'OUTDOOR EDUCATION nella scuola secondaria".



Qui andremo ad “esplorare” le molteplici opportunità date da tale metodologia considerando non solo l’ambito disciplinare scientifico-matematico.

La convivenza, l’organizzazione logistica, la definizione dei turni per le pulizie, per la cucina o per il carico della legna per le stufe, sono tutta una serie di azioni determinate da un ragionamento che ha come base l’ottimizzazione dei tempi, dei costi o semplicemente della fatica fisica.

Ogni scuola, come descritto nel manuale sopra citato, oltre al lavoro manuale sul sentiero, realizza un lavoro di indirizzo specifico per la tipologia di istituto.

In ogni caso, sia il lavoro sul sentiero, sia il lavoro di indirizzo devono comunque essere “validati” da un ente esterno (Comune, Ente Parco, Comunità Montana, Regole, ecc...) per poter avere il riconoscimento delle ore di P.C.T.O. (ex alternanza Scuola Lavoro).

Analizziamo ora le opportunità didattiche offerte dalla metodologia considerata per ogni singola disciplina presa in esame. Ovviamente non si tratta di percorsi a “compartimenti stagni” (come purtroppo spesso accade in ambito scolastico) ma di **“ANALISI TRANSDISCIPLINARI”** che consentono ad ogni singola disciplina di collegarsi in un unico percorso didattico che ha come filo conduttore proprio l’Outdoor Education.

Spesso si sente parlare della necessità di collegare le singole discipline a **“compiti di realtà”**, della necessità di connettere tra loro i singoli saperi per permettere una crescita culturale armonica ed aperta, della “assoluta necessità” di unire la Scuola al mondo che circonda ed “avvolge” i ragazzi di oggi.

Quelli che seguono sono solo degli esempi, dei semplici spunti di riflessione per quei docenti che hanno a cuore un’innovazione didattica che si avvicini sempre più ai ragazzi di oggi, senza però sminuirne i contenuti, il rigore scientifico ed il livello complessivo degli apprendimenti.

La curiosità è la base fondante di ogni sapere e ne permette il consolidamento profondo.

La curiosità è ciò che noi docenti dobbiamo “disseminare” ad ogni livello tra i nostri studenti.

A scuola imparo non perché è un obbligo ma perché mi serve, mi piace e perché conoscere è bello!

Vediamo ora di sviluppare alcuni spunti per singola disciplina.

LA STATISTICA

La statistica spesso viene spiegata sotto forma di formule da applicare e curando poco quali sono gli aspetti che invece ci toccano più da vicino. In realtà la Statistica è costituita da tutti quei concetti, anche inconsci, che ci fanno prendere molte delle nostre decisioni personali.

Con **“I Numeri della Grande Guerra”** abbiamo visto come l’analisi statistica di un periodo storico sia stata in grado di modificare l’interpretazione e la comprensione dei fatti. Sia stata in grado di permettere anche a studenti della scuola secondaria di primo grado di costruirsi un’opinione propria relativamente a quanto è accaduto e ci è stato “raccontato” per un secolo relativamente alla Grande Guerra. Ancor oggi, a cento anni di distanza, alcune informazioni non sono a disposizione di una vasta fetta della popolazione italiana!

Il lavoro congiunto tra l’insegnante di Matematica e l’insegnante di Storia (Prof.ssa Cinzia Sforza) ,nell’ambito delle attività sulla **“Memoria della Grande Guerra”**, messe in campo da Scuole Outdoor in Rete, ha permesso ai ragazzi di “capire”, di “toccare con mano” e di acquisire quei saperi profondi che in altro modo non sarebbero stati neppure sfiorati.

Analizziamo ora i motivi che hanno spinto Scuole Outdoor in Rete ad operare in ambito alpino con il progetto: **“La Scuola per le Dolomiti”**.

A seguito alla tempesta **“Vaja”** che ha reso inagibili molti sentieri, ci si è resi disponibili a dare un contributo operativo nel ripristino di alcuni percorsi, nella manutenzione degli stessi e nel consentire alla comunità locale ed ai turisti di poterne usufruire in sicurezza.

Questo progetto è partito dall’analisi di un fenomeno meteorologico che ha lasciato effetti molto devastanti sul territorio. È necessario però analizzare le cause che hanno portato a questo e chiedersi i perché di questi fenomeni.

È di fondamentale importanza analizzare le dinamiche che hanno scatenato questo evento imparando ad osservare gli effetti che sono rimasti sul territorio analizzandone in dettaglio le cause.

Innanzitutto dobbiamo studiare per capire il problema relativo al cambiamento climatico che è sotto gli occhi di tutti. Purtroppo ancor oggi ci troviamo davanti persone che lo negano diffondendo fake news. Ci sono i **“negazionisti del clima”** che sostengono la tesi che non esiste un cambiamento climatico ma che tutto questo non è altro che l’aspetto di un fenomeno che è sempre stato presente e sostengono la tesi considerando che negli anni ’60 - ’70 - ’80 del secolo scorso sono presenti eventi con temperature simili a quelle attuali citando articoli di giornali dell’epoca.

In questo caso con i ragazzi analizziamo il significato dei dati e li abituiamo a riconoscere e a difendersi dalle **“Fake News”**.

Quando si parla di **CLIMA** e non di tempo meteorologico, ci si riferisce sempre a valori medi.

Il concetto di **“media”**, di **“media mobile”**, di **“moda”** o di **“mediana”**, sono gli strumenti che abbiamo a disposizione per impostare un’analisi climatica in modo serio.

Altro concetto fondamentale è quello di **“frequenza assoluta”** o di **“frequenza relativa”** con cui un determinato fenomeno si ripete nel tempo.

Concetti questi che si possono affrontare anche in una classe prima di una scuola secondaria di primo grado

(<https://maddmaths.simai.eu/wp-content/uploads/2019/10/Briciole-di-Statistica-2.pdf>).

I negazionisti non prendono mai in considerazione i dati statistici che stanno alla base del concetto di clima e non sono in grado di capire che questi sono proprio la chiave per poter comprendere ed interpretare un fenomeno nella sua complessità.

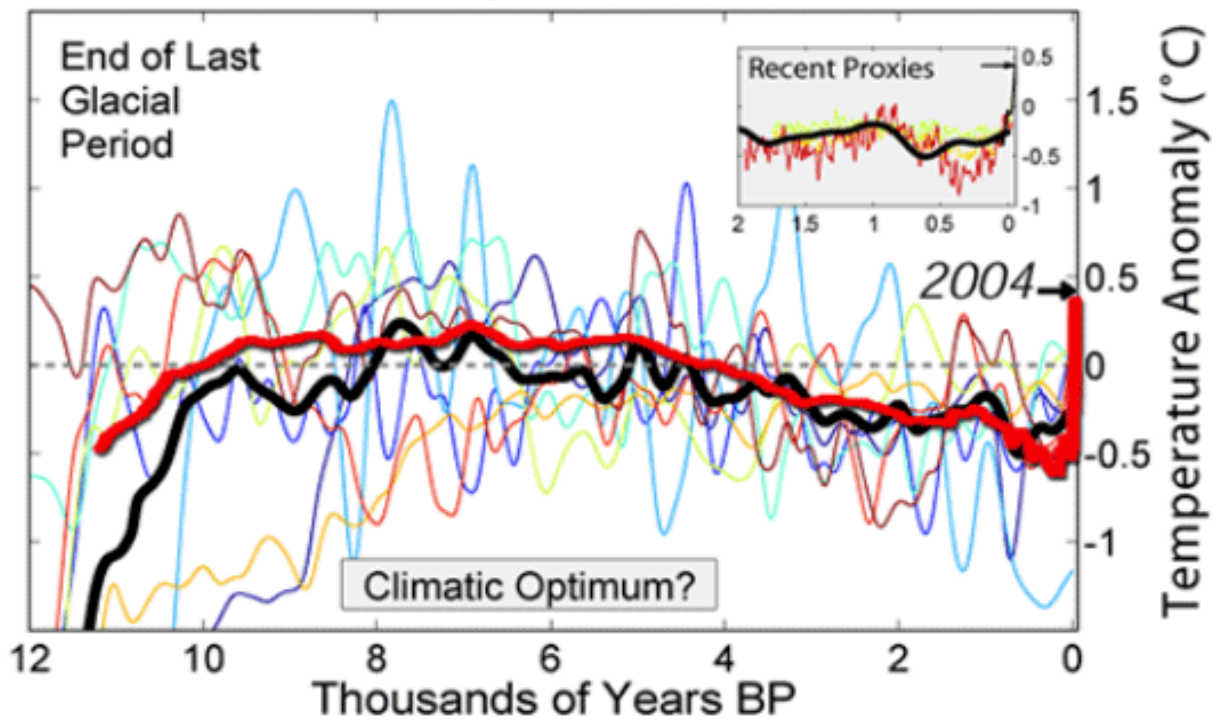
L’errore più grave in cui incappano i negazionisti è quello di considerare il dato isolato come dato universale, senza tener conto che in natura è sempre presente la **“variabilità”** che va interpretata (quando si parla di clima) in modo statistico.

Si possono spingere i ragazzi a ricercare le **“serie di dati”** ed in questo modo, una volta raccolti, si possono elaborare in modo da evidenziare delle **“tendenze”**, delle **“frequenze”**, delle **“medie annuali”**.

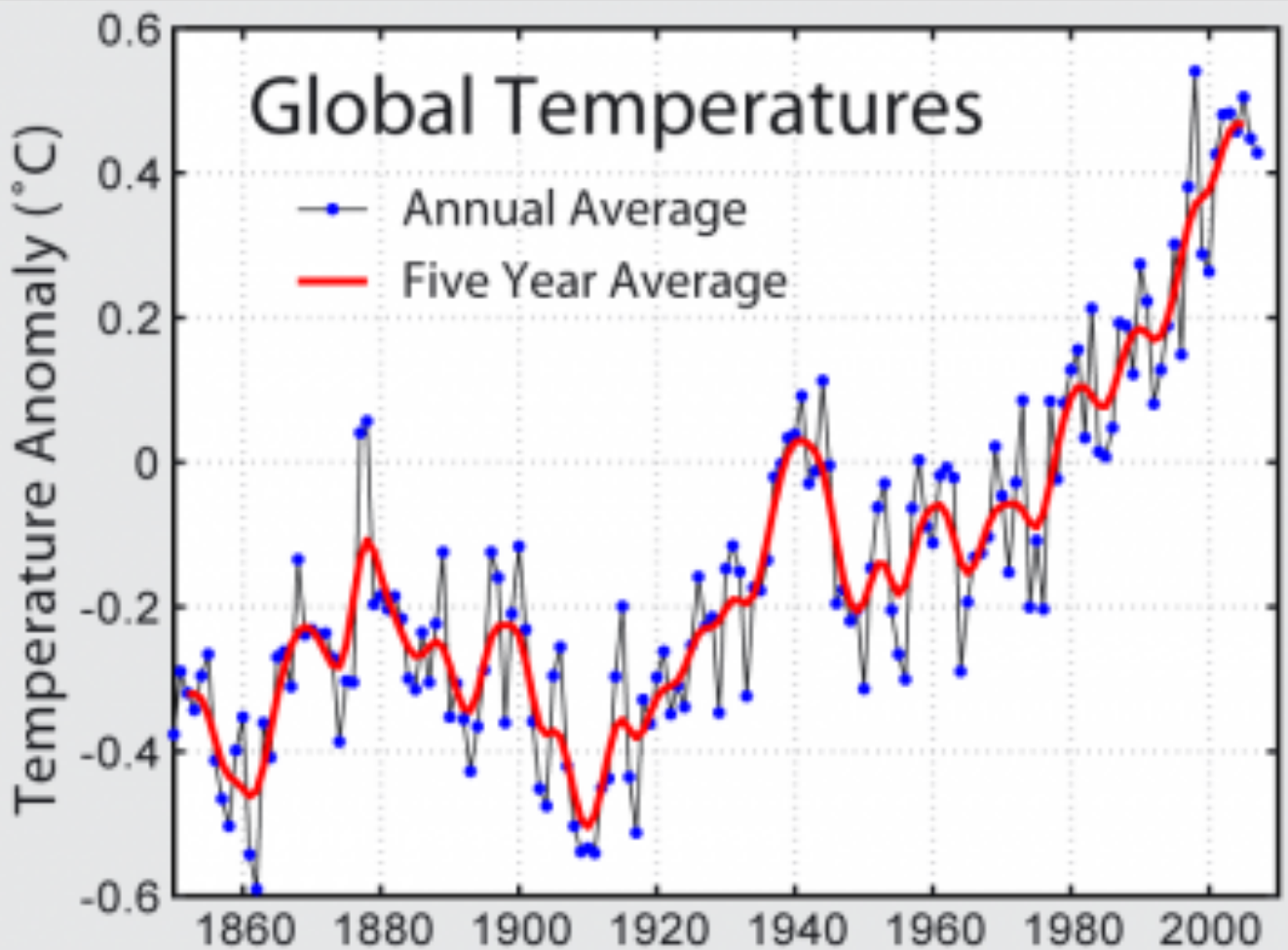
Raccogliere i dati storici di piovosità per ogni territorio, analizzarli sulla base della Statistica, o definire la **“media”** annua, mensile, giornaliera, permette di capire come la piovosità sia cambiata notevolmente negli ultimi decenni che mostrano una modificazione nella modalità con cui si verificano le precipitazioni.

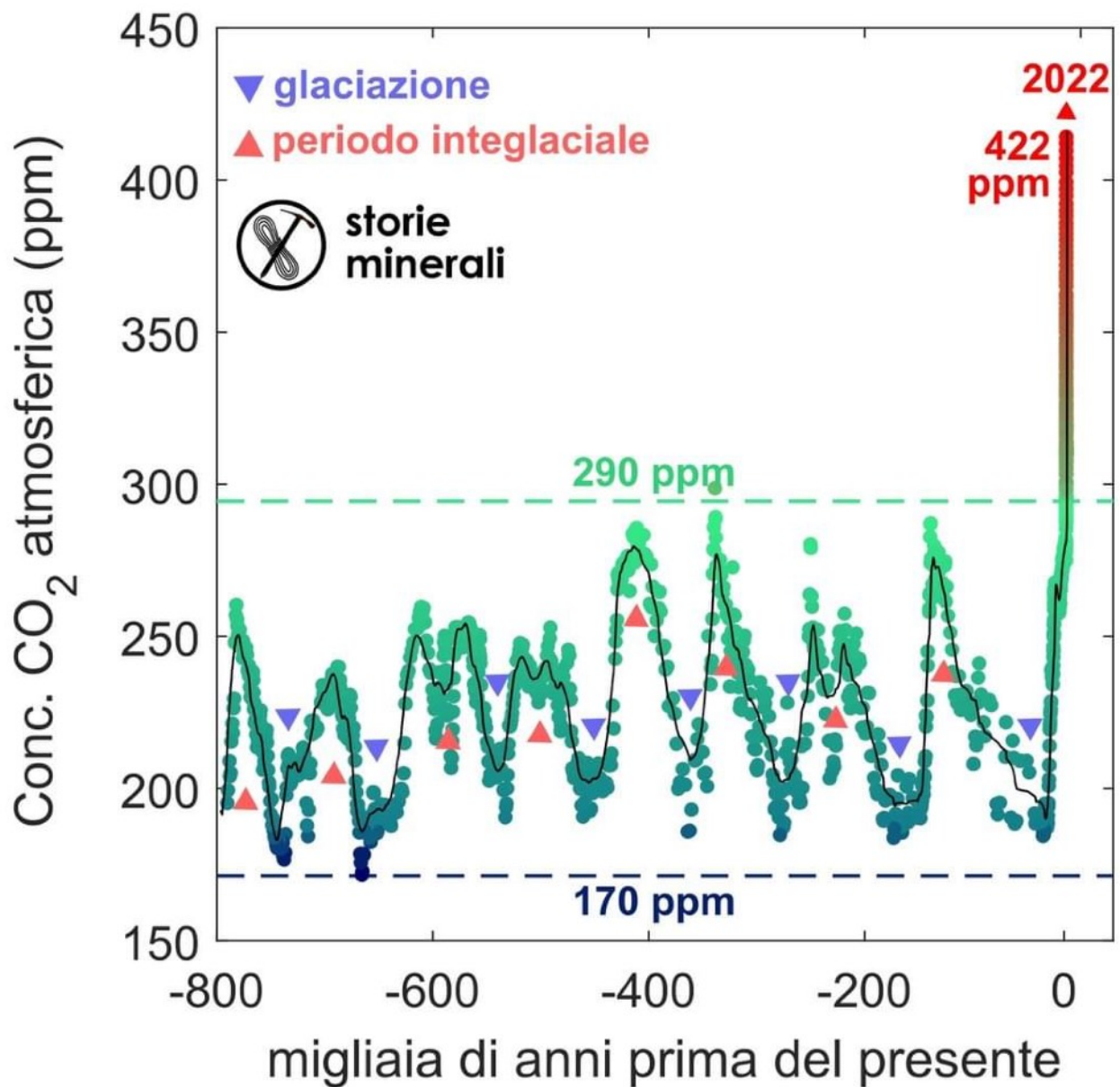
Discutere su questo con i ragazzi è di fondamentale importanza poiché quando lavoreranno **“in situazione”** saranno in grado di comprendere in modo più completo sia il fenomeno che ha originato l’evento meteorico, sia il calcolo statistico che sta alla base della sua comprensione.

Holocene Temperature Variations



Global Temperatures





Questo ultimo grafico ci mostra come sia variato il contenuto di anidride carbonica in atmosfera misurato in parti per milione negli ultimi 800.000 anni. Sono evidenziate le oscillazioni climatiche “natural” ed il loro range di concentrazione di CO₂. È assolutamente evidente che negli ultimi 250 anni (con l’industrializzazione e l’utilizzo delle fonti fossili) si è avuto un incremento di anidride carbonica in atmosfera che non si è mai verificato negli ultimi 800.000 anni. I dati sono stati ottenuti analizzando le bolle d’aria contenute nelle carote di ghiaccio trivellate in Antartide negli ultimi anni.

L’esperienza “in situazione” diventa così un momento di approfondimento disciplinare molto forte che porta a dare importanza allo studio in classe come “strumento” che serve per conoscere e capire un territorio. Allo stesso tempo consente ai ragazzi di poter operare riflessioni personali sulla base di dati reali e non di fake news!

LA FISICA

La Fisica è l'altra disciplina che si può dire faccia quasi da "padrona" nell'ambito dell'Outdoor Education. Infatti rientra in tutti i momenti di attività, sia quelli relativi alla conoscenza del territorio sia quelli più propriamente relativi all'attività svolta manualmente sul sentiero.

Rimanendo sui concetti appena esposti relativi al clima ed analizzando quanto è accaduto in Dolomiti (aiutando le spiegazioni con immagini aeree reperibili in rete) ci si accorge che tutti gli alberi abbattuti presentavano degli **"iso-orientamenti"** che stavano ad indicare delle dinamiche relative a movimenti "violenti" di masse fluide ben precise.

Perché si è verificato questo?

Qual'è il principio fisico che sta alla base del fenomeno?

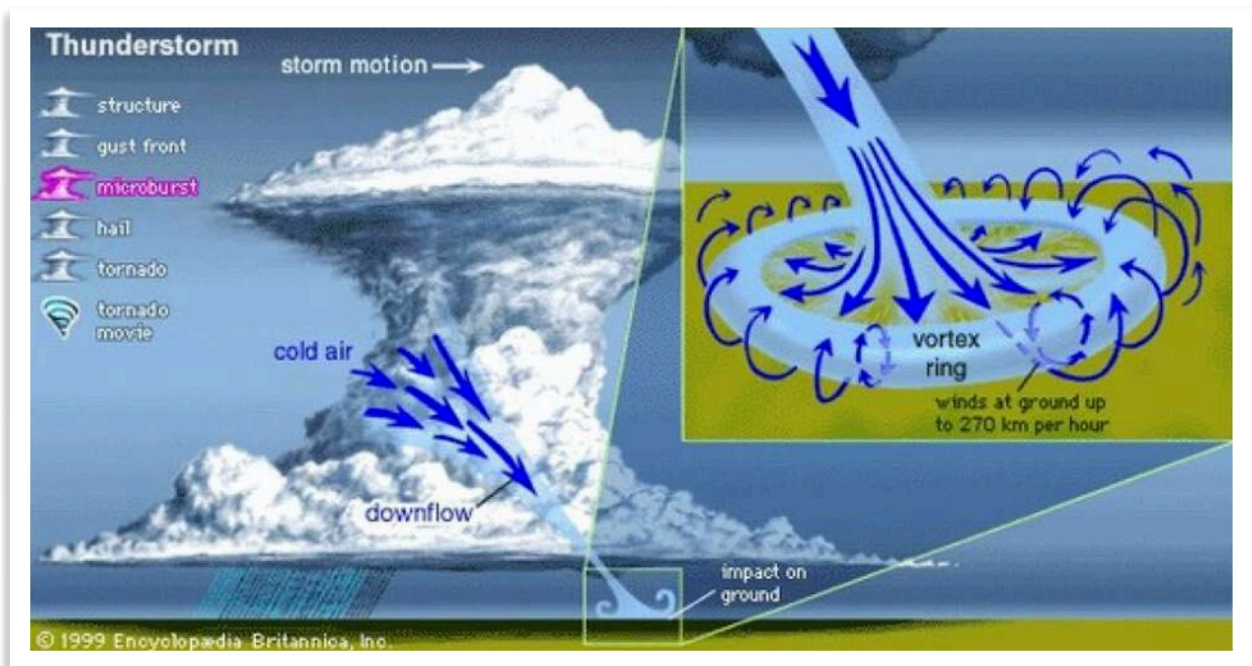
Questo è un fenomeno noto che è già stato studiato?

Ciò che è accaduto con Vaja e si è ripetuto anche nell'estate del 2023, è noto come **DOWNBRUST**.

Un Downburst è un fenomeno meteorologico estremo originato da venti fortissimi che discendono da una cella temporalesca verso il suolo e si espandono in tutte le direzioni dopo averlo colpito. Le velocità raggiunte dalle masse d'aria in movimento possono arrivare anche ben oltre i 100 chilometri orari. Per Vaja si sono toccate punte anche di oltre 200 km/h.

I Downburst non sono né tornado né trombe d'aria, non sollevano o "aspirano" gli oggetti, ma li schiacciano letteralmente verso il basso espandendosi in tutte le direzioni come l'acqua del rubinetto della cucina quando cade sul secchiaio e si espande in modo radiale. I tornado o le trombe d'aria sono limitati come estensione areale. Infatti i loro effetti lasciano delle "fasce" di devastazione che sono limitate lateralmente e semmai si estendono in modo longitudinale.

I Downburst hanno invece estensione radiale e per questa ragione sono in grado di coinvolgere un'area geografica sensibilmente maggiore dei tornado e sono capaci di provocare una devastazione diffusa.



Questo è uno schema tratto dall'Enciclopedia Britannica.

Ma perché in Dolomiti abbiamo visto effetti ben definiti lungo linee ben precise?

Nel caso specifico di Vaja, i Downburst sono rimasti intrappolati all'interno di valli anche strette ed in questo modo sono scesi come una valanga d'aria che ha riempito la valle fino a certe altezze. Si sono potute vedere così intere fasce di alberi abbattuti, spezzati, sradicati, ma tutti orientati ad indicare una ben precisa direzione di flusso. Proprio la topografia delle valli interessate al fenomeno ha comportato un effetto di amplificazione relativo alla forza distruttiva del Downburst.

Spingere i ragazzi ad osservare il paesaggio che li circonda, evidenziare le linee su cui hanno agito queste violente correnti d'aria e far ricordare che questo è un fenomeno conosciuto ed è temutissimo anche dagli aerei soprattutto in fase di atterraggio.

Ci sono stati diversi incidenti aerei, proprio in fase di atterraggio, colpiti da queste violente colonne d'aria in movimento verticale (verso il basso) che hanno letteralmente "schiacciato" sulla pista l'aereo.

Questo può essere uno stimolo a ricercare autonomamente a casa, notizie relative a questi fenomeni capitati in prossimità di aeroporti.

La National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) sottolinea che alla distanza un Downburst può essere confuso con un tornado, ma è un fenomeno ben diverso; l'aria che schiacciata al suolo si espande, ai margini più estremi può sollevarsi e trascinare gli oggetti verso l'alto.

Nelle valli del Comelico, del Trentino, della Pusteria, non si è notato l'effetto di sollevamento poiché l'aria è stata incanalata ed al limite tale effetto lo si è potuto notare quando la valle si è aperta.

Dopo questi aspetti della Fisica del Clima che ci hanno permesso di affrontare le tematiche complesse degli eventi meteo-climatici, vediamo ora come la Fisica ci accompagna nell'esecuzione dei lavori manuali.

Per prima cosa dobbiamo considerare che i "***lavori manuali***" richiedono l'utilizzo di attrezzi specifici che vanno utilizzati considerando tutti gli aspetti relativi sia alla sicurezza sia all'ergonomia.

Gli attrezzi in dotazione agli studenti per l'esecuzione dei lavori sul sentiero sono generalmente : ***il piccone, la pala, la zappa, il rastrello, la mazzetta , i picchetti di ferro, e le cesoie.***

I collaboratori tecnici della Rete che seguono i gruppi di lavoro impartiscono le indicazioni specifiche circa la definizione e messa in sicurezza del "cantiere" dove si lavora, le modalità operative con cui si devono usare i singoli attrezzi, le modalità di utilizzo dei dispositivi di protezione individuali (che devono essere indossati per ogni specifica attività) ed in fine la descrizione di "cosa" si deve fare e di "come" lo si deve eseguire per portare a compimento il lavoro assegnato sul sentiero.

La manutenzione di un sentiero prevede che si debba per prima cosa ripristinare la sede di calpestio nel seguente modo:

- 1) ***segnando*** bene i due margini del tracciato,
- 2) ***liberando*** la sede dalla vegetazione che la ricopre,
- 3) ***addolcendo le pendenze*** riportando materiale dove manca,
- 4) ***realizzando delle scalinate*** per agevolare la progressione,
- 5) ***consolidando o ripristinando*** quei tratti che sono stati danneggiati da franamenti o ruscellamenti.

Per fare tutto questo si deve per prima cosa:

- a) **analizzare** con attenzione il tratto su cui si deve operare,
- b) **prendere dimestichezza** con le attrezzature che si devono utilizzare,
- c) **determinare quali sono i pericoli** a cui si può andare incontro,
- d) **definire con attenzione le posizioni** di ogni componente del gruppo di lavoro,
- e) **definire con precisione “chi fa e cosa”**.

Inizialmente la poca manualità di parecchi ragazzi rende il lavoro molto lento e poco efficace.

È proprio questo il momento in cui l'insegnante o il collaboratore introducono tutti i concetti teorici di fisica che stanno alla base di ogni singola azione.

È proprio per questo che gli insegnanti che intendono intraprendere con le loro classi un percorso di Outdoor Education, devono partecipare a corsi di formazione specifici che li porteranno a svolgere tutte le attività che i ragazzi andranno a svolgere.

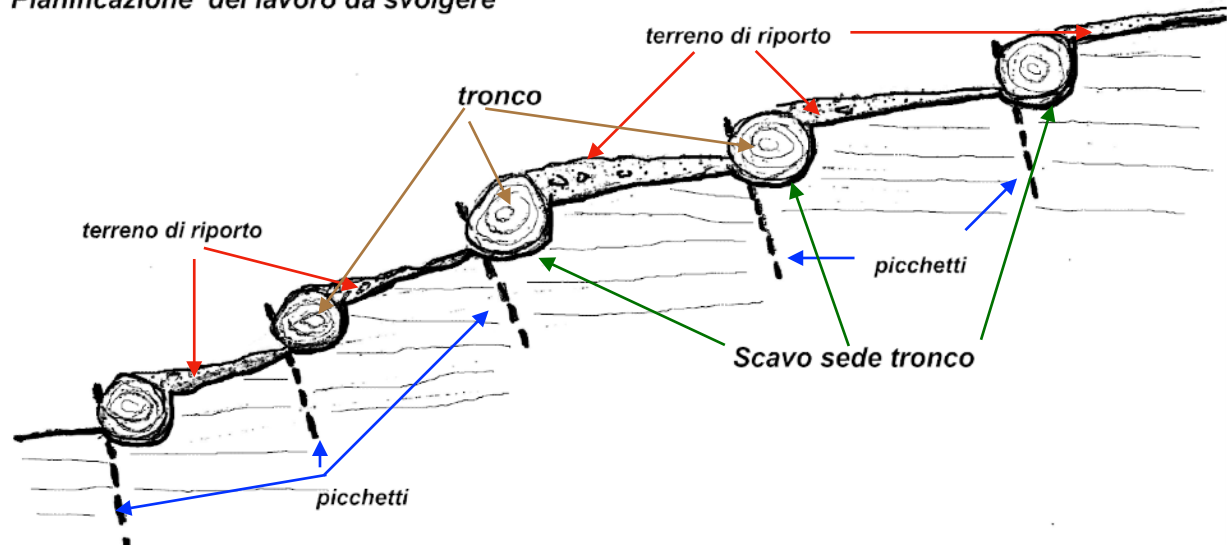
Tali corsi di formazione vengono definiti **“Corsi in Situazione”**. È durante questi corsi che si suggeriscono anche le “opportunità” didattiche disciplinari da sviluppare sia in classe sia “Outdoor”.

Prendiamo come esempio la costruzione di una scalinata fatta di tronchi. Per mettere in sicurezza un tratto di sentiero con questa gradinatura si devono compiere 5 azioni principali:

- 1) **Definire i contorni** del sentiero sulla base della lunghezza dei tronchi da utilizzare
- 2) **Sagomare 2 scanalature** con la raspa su ogni tronco in modo da definire con precisione la sede in cui si andranno ad incastrare i due picchetti metallici necessari a bloccare il tronco (ovviamente le due scanalature devono essere complanari).
- 3) **Eseguire uno scavo** con il piccone che faccia da sede per la base del tronco. Ovviamente lo scavo non deve essere né troppo profondo, né troppo lungo ma essere della dimensione corretta per avvolgere il tronco e permettere che sporga dal terreno ma anche che sia ben ancorato ad esso. Anche in questo caso il corretto utilizzo del piccone permette uno sforzo fisico minore ed una maggiore efficacia di scavo.
- 4) **Posizionare il tronco** nella sede predisposta orientando verso valle le due scanalature e direzionando il tronco in modo da eseguire delle curve armoniche del tracciato. In questo caso è fondamentale stabilire la distanza tra i tronchi in modo da equilibrare la “pedata” con l'alzata e rendendo così il gradino più orizzontale possibile
- 5) **Infiggere nel terreno i due picchetti metallici** in modo da incastrarli nelle scannellature così da impedire al tronco di rotolare verso il basso. In questo caso si nota una certa difficoltà ad infiggere i picchetti di ferro a causa di una errata modalità di impugnatura della mazzetta. Questa è la situazione ideale per introdurre il concetto di **“quantità di moto”, “momento angolare”**, di **“energia d'urto o impulso”**. Dopo una breve esposizione dei due concetti teorici, si fa vedere come una corretta impugnatura della mazzetta ed un movimento del braccio e del polso ottimizzati, permettono di aumentare la velocità con cui la massa battente colpisce il picchetto (maggiore quantità di moto) e lo infigge nel terreno con estrema facilità e poco sforzo.

Durante un lavoro sul sentiero presso la base Scout di Andreis (PN), dopo aver esposto i concetti relativi alla quantità di moto, al momento angolare e all'ottimizzazione del gesto nell'uso della mazzetta, un ragazzo che aveva avuto difficoltà ad infiggere i picchetti (pur essendo fisicamente più dotato del sottoscritto) ha esclamato: “l'anno scorso ho preso 4 nella verifica di fisica sui momenti, se sapevo che mi sarebbe servita a questo avrei studiato anche di notte!”

Pianificazione del lavoro da svolgere



Il lavoro svolto dalla squadra, comprese tutte le complicazioni di tipo teorico, porta ad instaurare uno stretto legame sia tra i singoli componenti del gruppo, sia con l'insegnante o il collaboratore che li segue, che ha come obiettivo la realizzazione del lavoro "ben fatto".

Il rapporto che si viene ad originare con la condivisione di questi momenti diviene un potentissimo strumento didattico da sfruttare in classe in quanto non si parlerà più di concetti astratti ma di esperienze vissute. Difficilmente poi ci sarà qualcuno che verrà a dire: "Prof. ma quello che stiamo facendo poi nella vita a cosa mi servirà?"

Molto spesso capita che a lavoro pressoché terminato ci siano alcuni ragazzi che rimangono per completare le rifiniture che fanno apparire più "bello" ciò che hanno realizzato.

Alla fine nella quasi totalità dei casi i ragazzi confidano all'insegnante o al collaboratore della Rete che non avrebbero mai pensato di essere in grado di svolgere un lavoro di quel tipo e che quel lavoro manuale avesse così tante implicazioni con i contenuti di disciplinari teorici svolti in classe.

Di seguito si rappresentano alcune fasi del lavoro svolto dai ragazzi.







LA MATEMATICA

Anche la Matematica risulta essere una disciplina fondamentale per la buona riuscita dell'attività Outdoor.

Molti non si rendono minimamente conto di quanta Matematica ci sia nelle azioni che vengono compiute, anche inconsciamente, nella vita di tutti i giorni.

La realizzazione della colazione, del pranzo, della cena, della gestione delle stufe a legna o dell'acquisto delle derrate alimentari in paese, altro non è che una continua analisi numerica che porta a prendere le decisioni ottimali per:

- a) ridurre i costi**
- b) ridurre gli sprechi**
- c) organizzare il menù**
- d) gestire il tempo**

I ragazzi, a turno, devono organizzare il menù del giorno, la spesa per il cibo, l'organizzazione logistica della cucina, la cottura dei cibi gestendone sia tempi sia la qualità e le quantità.

Tutto questo viene svolto da ogni gruppo (a rotazione) per la colazione, per il pranzo e per la cena.

Nella gestione del cibo per una ventina di persone il calcolo delle quantità deve essere fatto in modo preciso per non lasciare nessuno con la fame e non avere avanzi che comporterebbero degli sprechi con conseguente aumento dei costi nella gestione complessiva di tutta l'attività.

La strategia operativa non è per nulla scontata in quanto i ragazzi si trovano di fronte ad una serie problemi reali che devono saper risolvere in breve tempo utilizzando il calcolo per poter prendere le decisioni ottimali.

Le variabili in gioco sono :

- 1) **Soldi**
- 2) **Quantità**
- 3) **Tipologie**
- 4) **Tempo**

L'ottimizzazione di tutte queste variabili necessita di una serie di analisi e di soluzioni di problemi che si concatenano l'uno con l'altro e che il gruppo deve affrontare in un tempo limitato. Utilizzando la strategia della risoluzione dei sistemi è si può ottenere la massima ottimizzazione possibile tra tutte le variabili considerate.

Anche in questo caso l'insegnante può far notare come l'approccio al problema sia un'analisi "multi-parametrica" e che tutto questo sia un approccio esclusivamente matematico che può essere risolto come un "**sistema**".

Ciò corrisponde ad un effettivo compito di realtà che impone una risoluzione che deve essere condivisa, attuabile ed ottimale.

Il gruppo discute ma alla fine deve decidere perché il tempo è definito e non si possono lasciare i compagni ed i docenti senza cibo.

Dopo i primi momenti di incertezza ogni gruppo riesce a trovare un proprio equilibrio definendo i vari compiti (chi fa che cosa) in base alle competenze specifiche di ognuno in modo da trovare per ognuno la "propria" condizione ottimale per portare a termine il compito assegnato.

In classe, prima dell'uscita, è bene proporre problemi di questo tipo ed è bene invitare i ragazzi a svolgere a casa una sorta di "allenamento" in famiglia.

In ogni caso le quantità per ogni pranzo, cena o colazione vanno definite in anticipo pur avendo ogni gruppo autonomia decisionale (tenendo presente il budget assegnato).

Un altro aspetto ancora più complesso della Matematica, lo si può trovare considerando nuovamente i fenomeni meteorologici anche a piccola scala.

Nell'attività Outdoor il tempo che si trascorre all'aperto è considerevole e richiede, soprattutto in montagna, di conoscere e prevedere gli eventi meteorici che si verificheranno nel corso della giornata.

È bene perciò abituare i ragazzi (allenare) ad osservare il cielo, le nuvole o il volo degli uccelli, per poter "vedere" come si muovono le correnti d'aria e quali conseguenze ci si possono aspettare dal loro movimento.

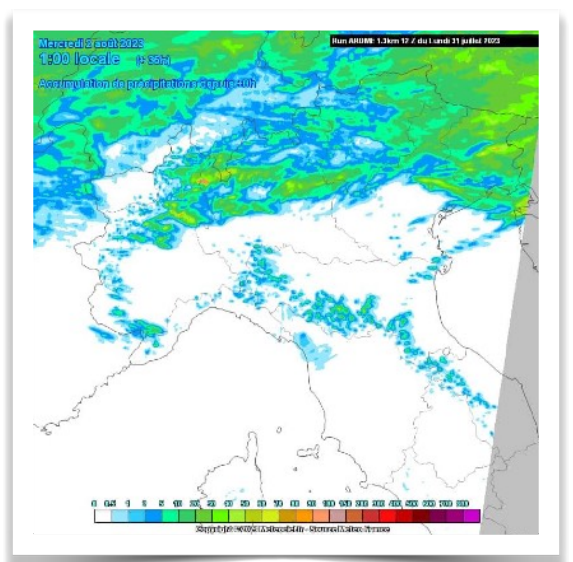
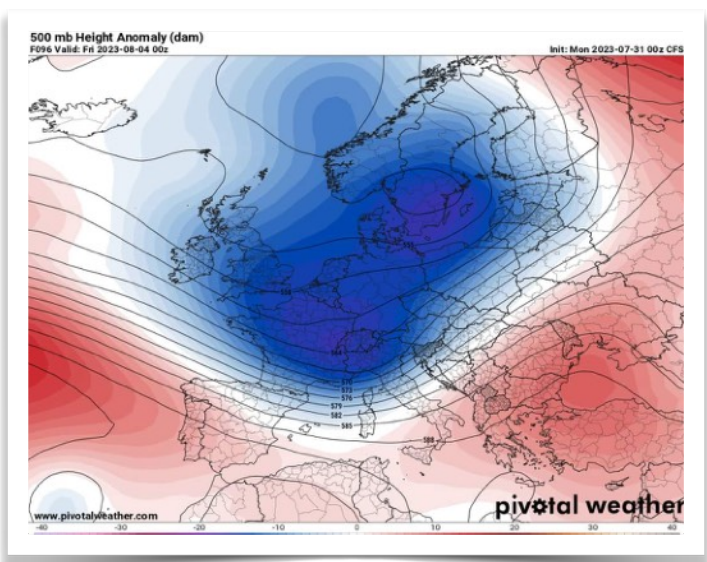
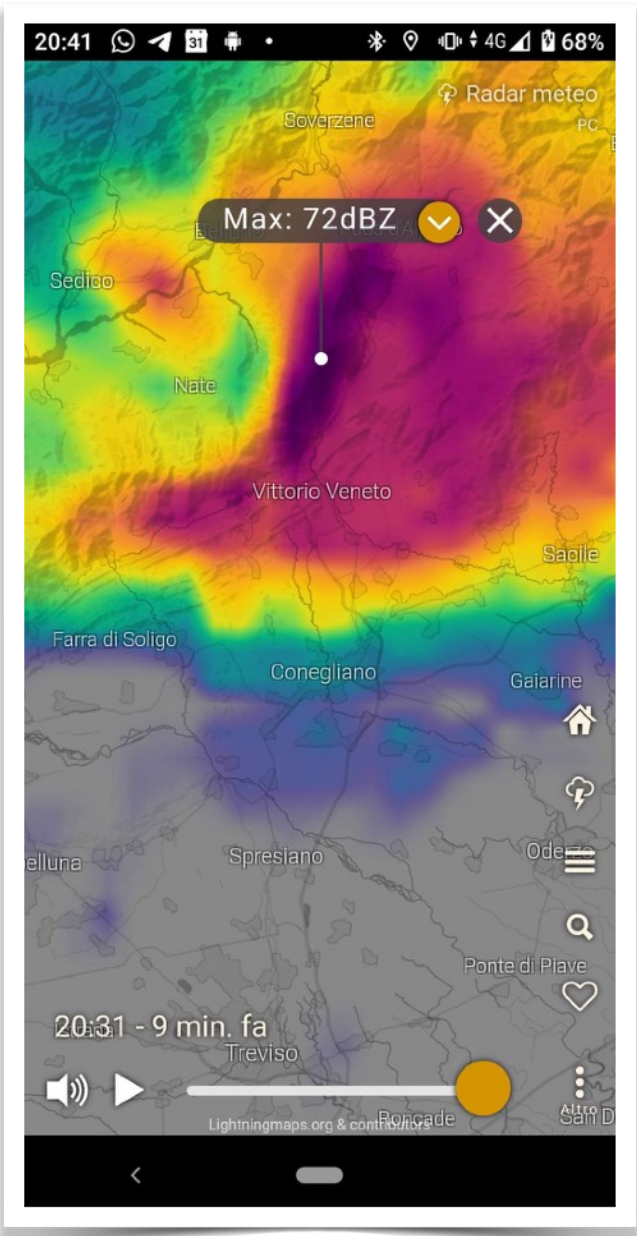
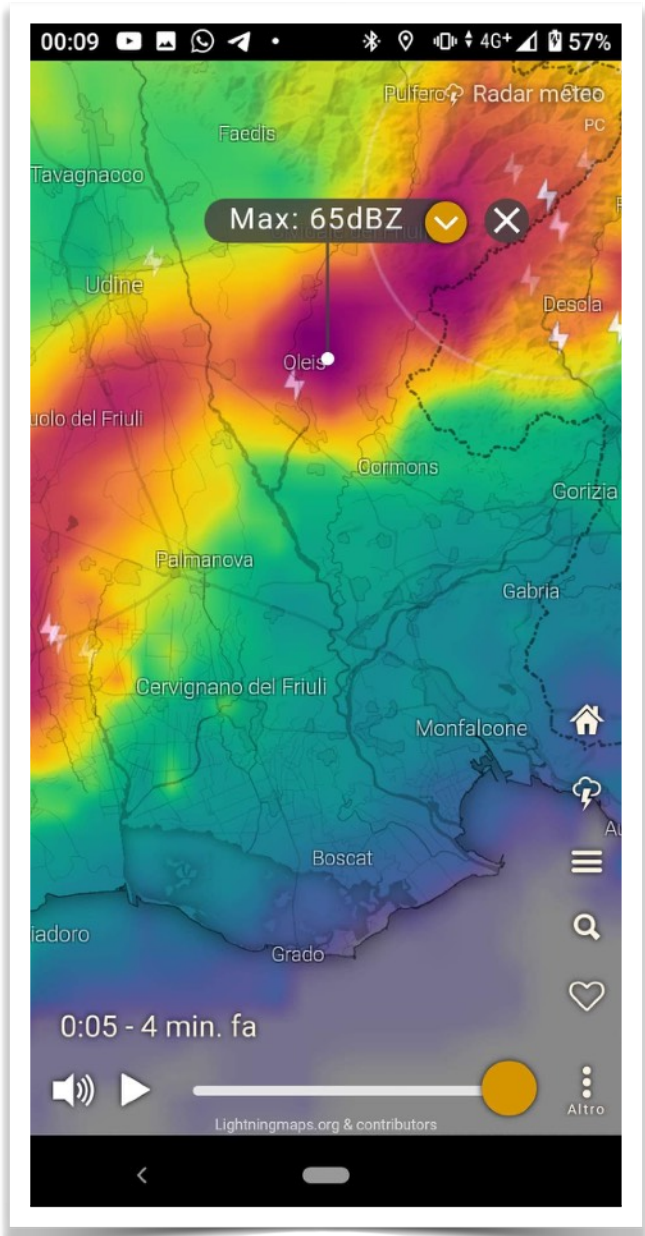
In questo caso anche la tecnologia può venirci in aiuto in quanto basta avere uno smartphone, per poter disporre di tutta una serie di strumenti di misura che solo una ventina di anni fa potevano apparire fantascientifici.

In qualunque smartphone abbiamo un barometro, un GPS, una cartografia molto dettagliata e quando c'è campo anche immagini satellitari e applicazioni specifiche che ci potranno dare informazioni di estrema precisione, sempre che noi siamo in grado di riuscire a leggerle ed interpretarle.

Se siamo fermi in un punto o ci stiamo muovendo sempre alla stessa quota, possiamo vedere l'andamento e le variazioni della pressione barometrica. Questo dato è di notevole importanza perché ci da indicazioni sulla "stabilità" o meno delle condizioni meteo.

Brusche diminuzioni di pressione stanno ad indicare che presto ci saranno variazioni anche improvvise delle condizioni meteo.

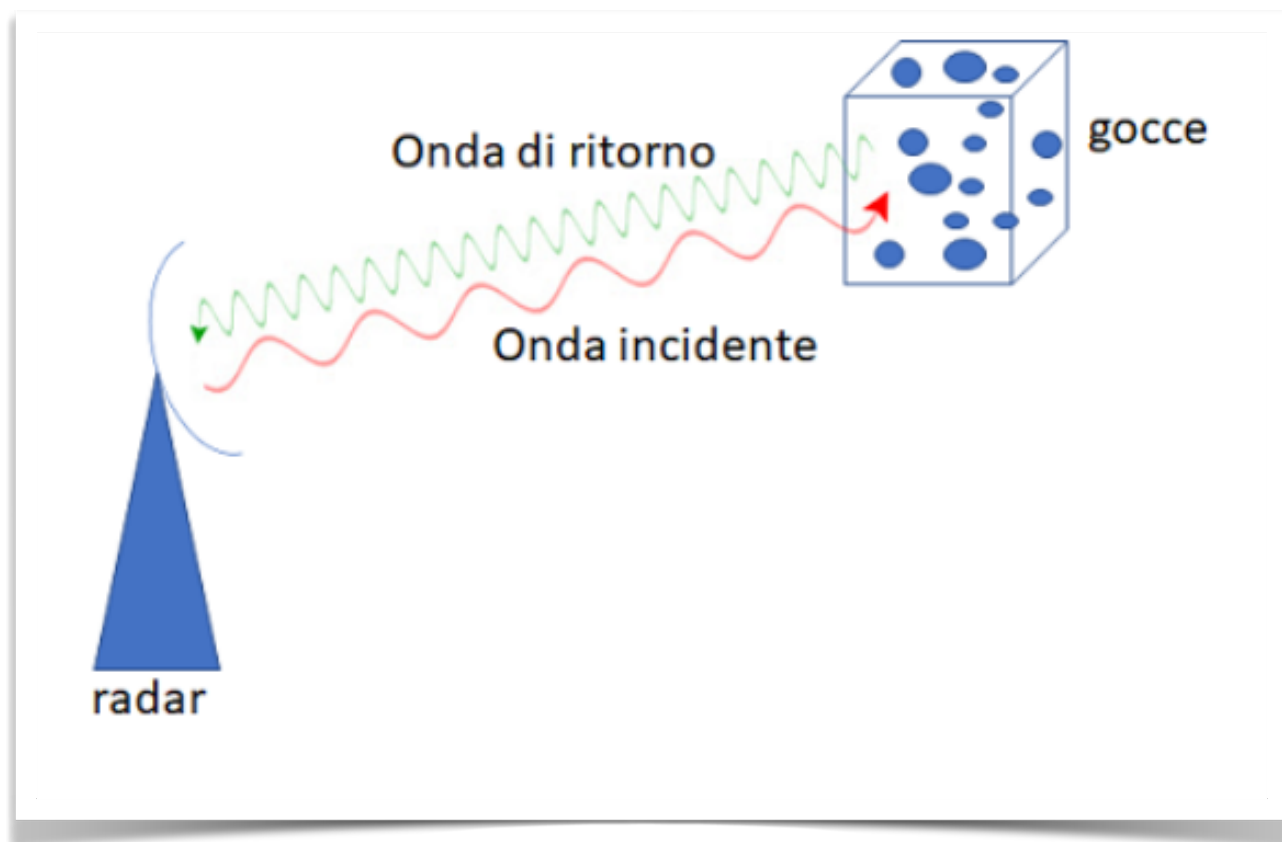
Tra le tante applicazioni che possiamo scaricare in uno smartphone ne abbiamo alcune che ci danno pure le indicazioni relative ai radar meteorologici con l'indicazione di alcuni



parametri come quello indicato dalla sigla **dBZ**.

Ma cos'è questo parametro e cosa ha a che vedere con la Matematica?

Prendiamo la definizione di Radar Meteorologico data dal sito di ARPA Emilia Romagna:



“Il radar meteorologico è uno strumento in grado di individuare le idrometeore (pioggia, neve, grandine) a distanza e la loro posizione tramite l'emissione e la ricezione di onde radio.

*Radar è infatti l'acronimo di **Radio Detection And Ranging** (Individuazione tramite onde radio e misura della distanza).*

Il Radar meteorologico è progettato per rilevare la presenza della precipitazione in tempo reale e permette di osservare i fenomeni in atto in un volume tridimensionale di atmosfera, con un'elevata copertura spaziale e temporale.

Per fare questo, il radar è composto da un trasmettitore che genera l'impulso elettromagnetico, un ricevitore che elabora il segnale di ritorno e da un'antenna parabolica che costituisce l'interfaccia tra gli apparati e l'atmosfera, con il compito di focalizzare il fascio trasmesso e di intercettare quello ricevuto.

Le onde inviate dal radar vengono retro-diffuse dai bersagli meteorologici come pioggia, grandine, neve e il debole segnale di ritorno viene processato dal radar per restituire l'intensità della precipitazione osservata. In realtà il radar non è in grado di individuare il segnale di ritorno di una singola idrometeora, ma riceve quello di tutte le idrometeore che si trovano all'interno di un volume la cui dimensione varia con la distanza dal radar.

Il tempo che intercorre tra l'invio del segnale e la ricezione serve invece per determinare la distanza alla quale si trovano i bersagli perché è nota la velocità di propagazione del segnale che è pari a quella della luce”.

“I Radar meteorologici permettono la stima dell'intensità di precipitazione attraverso la conversione della **riflettività**. La riflettività radar è una grandezza legata al numero di idrometeore presenti nel volume osservato, alla distribuzione dei loro diametri e allo stato delle idrometeore.

La relazione empirica che intercorre tra riflettività e precipitazione istantanea è definita dall'equazione

$$Z = a * R^b$$

Sono stati stimati diversi valori dei parametri **a** e **b** a seconda del tipo di precipitazione. Ai parametri $a=200$ e $b=1.6$ corrisponde la più nota delle relazioni Z-R, la **relazione di Marshall and Palmer**.

Le unità di misura della riflettività sono i **dBZ**, in scala logaritmica, e l'intensità di precipitazione in **mm/h**.

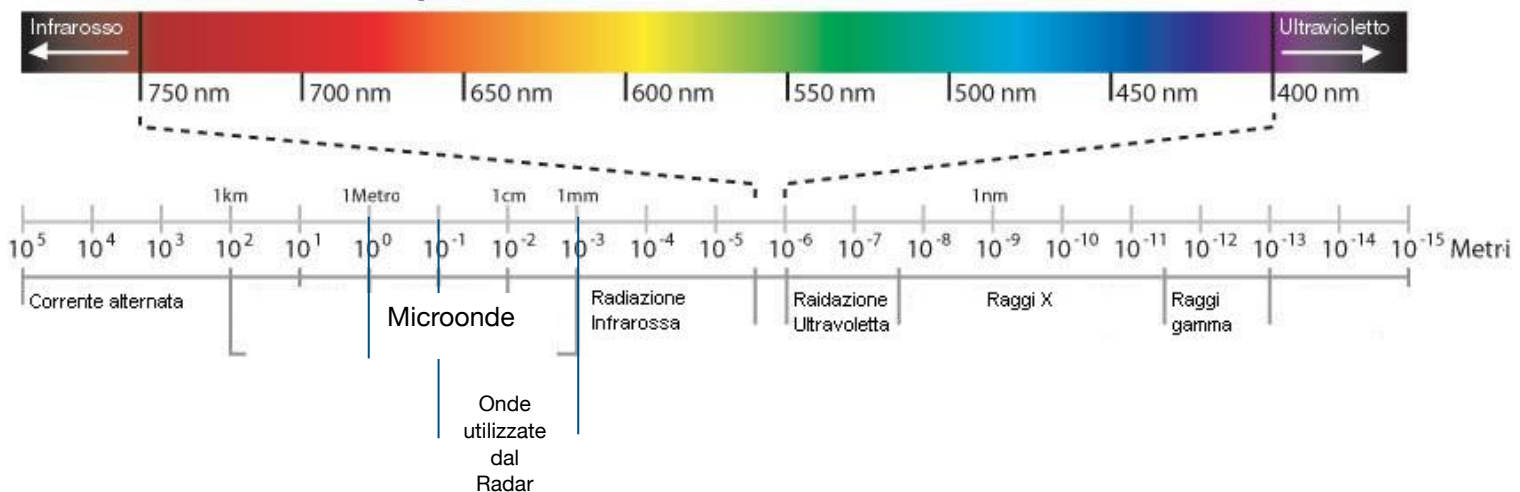
A questo punto possiamo dire che maggiore è il valore **dBZ**, maggiore sarà la probabilità che si verifichino condizioni meteorologiche avverse sotto forma di precipitazioni.

Sintetizzando al massimo il concetto, si può affermare con una approssimazione molto attendibile che valori superiori a 20 dBZ di solito indicano precipitazioni in caduta.

Il Radar meteorologico utilizza la riflessione di onde elettromagnetiche nel campo delle microonde che per definizione hanno uno spettro di lunghezze d'onda che va da 1 metro a 1 millimetro. Tuttavia per lo specifico campo di applicazione del radar questo spettro si riduce da 1 a 10 cm.

In tale intervallo, pari a 10 volte il diametro delle goccioline da intercettare, si verifica lo **scattering di Rayleigh**. In parole povere, il fascio di onde elettromagnetiche emesso dal radar intercetta la gocciolina e ritorna nuovamente al radar.

Spettro di luce visibile all'occhio umano



Echi non meteorologici, dovuti per esempio alle montagne, al suolo, agli sciami di insetti, agli stormi di uccelli, al mare, o a reti wlan, possono disturbare la misura della riflettività introducendo errori nella stima della precipitazione. Per questo motivo il dato originale

viene elaborato per rimuovere gli echi indesiderati e correggere tali errori di interpretazione.

Se utilizziamo una lunghezza d'onda del radar compresa tra 1 e 10 cm la potenza dell'intensità del ritorno sarà proporzionale al diametro dei bersagli colpiti e questo si chiama **riflettività (Z)**.

L'eco dei target intercettati altro non è che la riflettività: essa, espressa in **dB o dBZ**, viene analizzata per stabilire l'intensità della precipitazione relativa al volume d'aria scansionato.

Le lunghezze d'onda utilizzate assicurano che il segnale di ritorno sia proporzionale all'intensità della precipitazione rilevata. Questo è vero in base al **principio di Rayleigh**, secondo il quale i target devono essere pari a **1/10** della lunghezza d'onda che li intercetta.

Z_e è la riflettività percepita dal radar e varia con la sesta potenza del diametro delle goccioline, **D**, con il quadrato della costante dielettrica, **K**, e con la distribuzione delle goccioline, **N**, detta anche **drop size distribution, N[D], di Marshall - Palmer**.

$$Z_e = \int_0^{D_{max}} |K|^2 N_0 e^{-\Lambda D} D^6 dD$$

Il tasso di precipitazione, **R**, è uguale al numero di particelle, alla loro velocità di caduta **v(D)** e al loro volume

$$R = \int_0^{D_{max}} N_0 e^{-\Lambda D} \frac{\pi D^3}{6} v(D) dD$$

Quindi, poiché **Z_e** e **R** hanno funzioni simili, si può utilizzare la **relazione Z-R** per legarle entrambe:

$$Z = aR^b$$

Dove i fattori a e b dipendono dal tipo di precipitazione, (pioggia, neve, convettiva, stratiforme).

Così come l'antenna scansiona l'atmosfera, ad ogni angolo di azimut essa otterrà una certa forza di ritorno, a seconda del target individuato.

La **riflettività** viene dunque mediata rispetto al target che ha la migliore risposta.

Poichè variazioni, in termini di diametro e costante dielettrica, dei bersagli possono condurre a notevoli variazioni nella forza di ritorno al radar, la riflettività viene espressa in **dBZ**, ovvero pari a 10 volte il logaritmo del rapporto dell'eco radar rispetto a una particella standard, da un mm di diametro, che riempie il medesimo volume scansionato.

Come si può notare gli spunti per sviluppare i concetti di Matematica rimanendo con il naso all'insù ci sono tutti e sono anche tali da indicare approfondimenti adatti all'ultima classe di un Liceo Scientifico.

	DBZ	R (mm/ora)	R (pollici/ora)	FENOMENI ATTESI
	75	>1300	>50	Nubifragio con grandine di dimensioni molto grandi
	70	>800	>32	Pioggia fortissima, molto probabile grandine di grandi dimensioni
	65	421	16,6	Pioggia molto forte, molto probabile grandine anche di grandi dimensioni
	60	205	8	Pioggia molto forte, probabile grandine
	55	100	4	Pioggia molto forte con possibile grandine
	50	48,6	1,90	Pioggia forte con possibile grandine piccola
	45	23,70	0,92	Pioggia battente
	40	11,53	0,45	Pioggia da moderata a intensa
	35	5,6	0,22	Pioggia moderata
	30	2,7	0,10	Pioggia da debole a moderata
	25	1,3	0,05	Pioggia leggera
	20	0,6	0,02	Pioggia leggera
	15	0,3	0,01	Accumulo di tracce
	10	0,15	< 0,01	Accumulo di tracce o nebbia
	5	0,07	< 0,01	Accumulo di tracce o nebbia leggera
	0	0	0	Nessun fenomeno

In sostanza però se vogliamo utilizzare tutto questo per controllare il meteo ci bastano alcune considerazioni e semplificazioni.

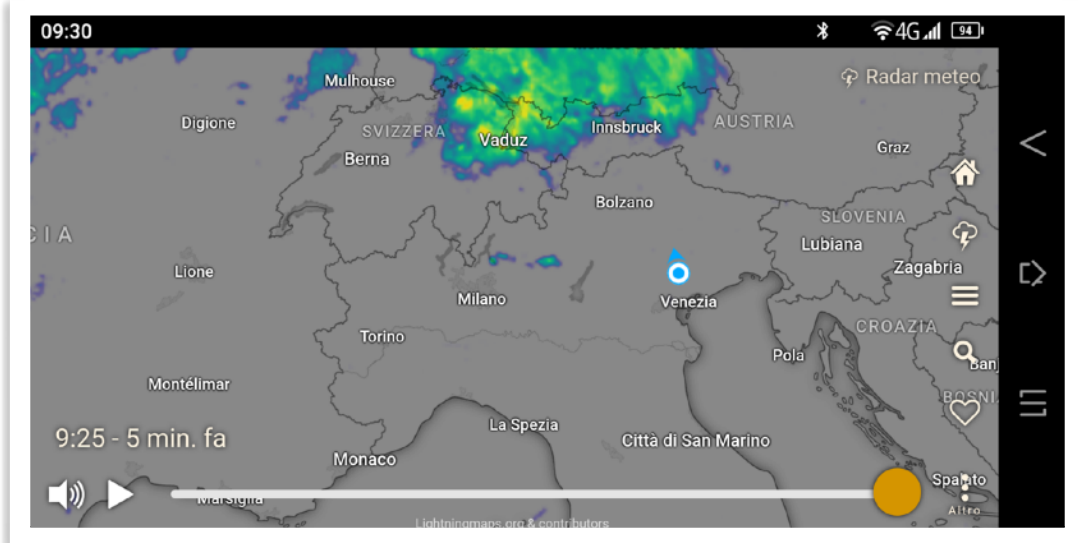
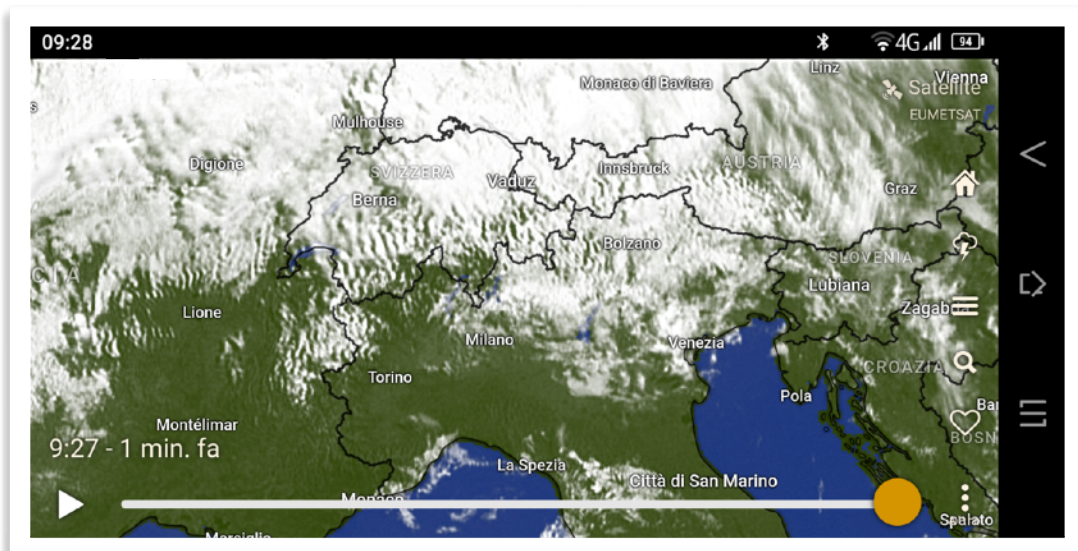
Grazie alla tabella rappresentata sopra, possiamo stabilire l'entità delle precipitazioni attese in base al valore di **dBZ** e al valore di **R** espresso in mm/h .

Siccome non tutte le applicazioni forniscono il valore di **dBZ** con scala numerica, possiamo comunque riuscire a "leggerlo" in quanto esso è anche codificato in base ad una scala cromatica (ovviamente di più facile ed immediata lettura).

Possiamo così interpretare le condizioni meteo del territorio in cui ci troviamo e impostare le attività all'aperto sulla base delle indicazioni ricavate.

Le prime immagini rappresentate sopra riportano alcune situazioni, anche estreme, che si sono verificate a fine luglio 2023.

Per capire meglio il valore di ciò che si vede con gli "**occhi della Matematica**" basterà confrontarlo con le immagini della stessa zona e nello stesso momento, viste sia attraverso gli "**occhi del satellite**" (immagine fotografica) sia con gli "**occhi della Matematica**", mediante il calcolo dei parametri considerati (**dBZ**). Possiamo perciò renderci conto dell' "**effettiva potenzialità**" di questo strumento di analisi.



Si può notare come l'immagine Radar rimuova totalmente la copertura nuvolosa che non è in grado di produrre precipitazioni mettendo invece in evidenza quei corpi nuvolosi in grado di originare eventi meteorici. In questo modo viene concentrata l'attenzione su quei corpi nuvolosi che, come abbiamo visto prima, danno un **"ritorno"** più potente e intenso. Grazie al calcolo matematico è perciò possibile graduare l'intensità dei possibili fenomeni meteorici in base alla scala cromatica che rappresenta il valore di **dBZ**.

I modelli matematici stanno alla base di tutto ciò che noi vediamo graduato cromaticamente in quanto rappresentano aree con equivalenti valori numerici del parametro indagato.

Far osservare tutto questo ai ragazzi permette loro (anche ai più giovani) di capire quanto la Matematica pervada la nostra vita e quanto noi dipendiamo da essa.

LA STORIA

Oltre a quanto già pubblicato con **"I Numeri della Grande Guerra"**, si può notare che il percorso sull'analisi storica, messo in atto da Scuole Outdoor in Rete relativamente alla memoria della Grande Guerra, non si ferma al lavoro sul Monte Grappa e Monte Palon.

Grazie al progetto **"Una Scuola per le Dolomiti"** è stato stretto un accordo di collaborazione con il **"Museo Algdnei"** di Dosoledo (<https://www.algdnei.it/>) e con l'Amministrazione del Comune di Comelico Superiore. Nel museo viene esplicitata la storia dei territori montani, le tradizioni, la cultura e l'organizzazione amministrativa di una popolazione di "confine".

Recentemente coinvolgendo anche con il Comune di Albaredo per San Marco (SO) si è potuto attivare il progetto **"Sulle Tracce della Serenissima: dal Cadore alle Orobie"** che intende sviluppare la ricerca delle vie di comunicazione che la **"Serenissima"** ha costruito dal Cadore fin alle Orobie

(<https://www.comune.albaredopersanmarco.so.it/>)

(<https://www.italiadeicammini.it/cammini/lombardia/via-priula-tracciato/>)

Ad Albaredo per San Marco passa la **via Priula**, realizzata dal podestà di Bergamo Alvise Priuli tra il 1592 ed il 1593. Tale asse viario aveva un'importanza strategica e commerciale in quanto univa Bergamo a Morbegno (SO) permettendo un collegamento diretto con i Grigioni evitando di passare per il Ducato di Milano, dominato dagli spagnoli, che imponevano il pagamento di ingenti dazi doganali per consentire il trasporto delle merci.

Grazie alla via Priula ed al suo collegamento diretto la Serenissima evitava l'esborso di grandi quantità di danaro che talvolta arrivavano ad essere anche pari al valore di metà del carico.

Lavorare dal Comelico alle Orobie permette di acquisire tutte quelle informazioni che non sempre compaiono nei libri di scuola ed in ogni caso permette ai ragazzi delle varie regioni di immedesimarsi nella storia locale.

L'Outdoor Education prevede che i ragazzi condividano con il territorio il loro lavoro e tutto questo, come è già avvenuto per altre località, prevede anche l'utilizzo di interviste atte a far emergere i tratti distintivi della cultura specifica di un luogo. I risultati ottenuti (normalmente come attività di indirizzo) talvolta vengono restituiti alla popolazione mediante eventi pubblici condivisi.

"L'esplorazione Storica" di un territorio diventa così uno strumento scientifico di analisi che permette di conoscere negli aspetti più intimi la cultura locale e l'origine degli usi e costumi di un territorio.

Il comune di Albaredo per San Marco sta investendo proprio su questo e per tanto si è trovato immediatamente in sintonia con le linee guida di Scuole Outdoor in Rete.

LA GEOGRAFIA

Certamente si può affermare che la Geografia sta diventando sempre più la sottovalutata tra le varie discipline scolastiche. In realtà dovrebbe essere considerata una disciplina fondamentale in quanto permette ai ragazzi di collocare con precisione quanto appreso relativamente a Storia, usi e costumi di un luogo.

Scuole Outdoor in Rete considera tale disciplina di fondamentale importanza tanto che, durante il forzato stop dovuto alla pandemia, ha organizzato una formazione on line specifica sulle attuali tecnologie che possono essere utilizzate freeware anche dalle varie scuole.

L'attenzione è stata posta su un validissimo strumento digitale che è **“Google Earth Pro”**.

Questa applicazione che da qualche anno è divenuta di libero utilizzo, è un potente strumento professionale per lo studio del territorio e permette la realizzazione di tour con la possibilità di effettuare “voli virtuali” sulle immagini satellitari in 3 dimensioni.

Scuole Outdoor in Rete ha puntato sulla divulgazione di questo “strumento didattico” organizzando un corso specifico anche durante la pandemia. Il corso è stato realizzato in più lezioni sulla piattaforma Meet ed ha fornito ai corsisti anche il materiale per le esercitazioni sotto forma di dispense che Scuole Outdoor in Rete ha predisposto in modo specifico.

Tale corso è stato ripetuto in presenza anche nel mese di novembre 2023.

Durante tutte le lezioni si sono affrontate le basi informatiche del programma e le varie applicazioni specifiche. Si è visto come trasformare i tour di Google Earth Pro in video mp4 e come ricavare le tracce GPX da poter importare nel GPS. Si sono analizzate le varie modalità relative a come esportare le tracce GPX del GPS in Google Earth Pro ed ovviamente le basi di funzionamento di un GPS.

Associato a tutto questo si sono affrontate le tematiche relative ad alcune applicazioni per cellulare che forniscono informazioni sia cartografiche sia di navigazione.

Si è inoltre analizzata la possibilità di far “dialogare” tra loro cellulare, GPS, applicazioni di navigazione (anche offline) ovviamente con Google Earth Pro.

Le immagini tridimensionali dei sentieri aperti e tracciati a Capraia, che sono state inserite nella cartellonistica di informazione turistica che Scuole Outdoor in Rete ha ubicato a Capraia Isola, sono state realizzate proprio con Google Earth Pro.

Di seguito sono rappresentate le copertine delle dispense relative a tutti gli argomenti trattati nel corso.

Come è facile immaginare anche in questo caso i contenuti hanno avuto notevoli implicazioni matematiche.

Personalmente ho testato con estremo successo lo stesso percorso con i miei studenti di 3° media.

Ho potuto osservare un grande interesse che i ragazzi hanno poi messo in pratica nei lavori fatti a casa.

Con 2 colleghe di Matematica (purtroppo precarie) che avevano seguito il corso con la Rete Outdoor, abbiamo predisposto un lavoro sulla conoscenza del “territorio vicino” con le loro classi prime.

Nonostante il lockdown sono riuscite, utilizzando anche le dispense di MaddMaths **“Alberi sacri, Capitelli ed Oratori”** (<https://maddmaths.simai.eu/wp-content/uploads/2018/03/Matematica-e-Storia.pdf>), a far realizzare ai ragazzi un video sul territorio di Postioma, facendo fare loro fotografie, piccoli video e descrizioni dei luoghi limitrofi alle loro



Google Earth Pro Lezione 1



Installare e disinstallare il software

dispense a cura di
Scuole Outdoor in Rete



Google Earth Pro Lezione 2



Configurare il Google Earth Pro

dispense a cura di
Scuole Outdoor in Rete



Google Earth Pro Lezione 4



Navigazione e Funzioni di Base

dispense a cura di
Scuole Outdoor in Rete



Google Earth Pro Lezione 3



I Livelli Informativi

dispense a cura di
Scuole Outdoor in Rete



Scuole Outdoor in Rete

Google Earth Pro

Lezione 5



**Trasformare un Tour
in un video mp4**
dispense a cura di
Scuole Outdoor in Rete

Google Earth Pro Lezione 6



Importazione di immagini: OVERLAY
dispense a cura di
Scuole Outdoor in Rete

Google Earth Pro Lezione 7



Importazione di dati da GPS ed esportazione di dati su GPS

Parte 1

Cos'è e come funziona il GPS
(nozioni topografiche di base)

dispense a cura di
Scuole Outdoor in Rete

Google Earth Pro Lezione 7



Importazione di dati da GPS ed esportazione di dati su GPS

Parte 2

Come trovare le coordinate di un punto, importazione
ed esportazione di dati. I formati di conversione

dispense a cura di
Scuole Outdoor in Rete

Google Earth Pro Lezione 8



Navigazione e Funzioni Base di OSMAND

dispense a cura di
Scuole Outdoor in Rete

abitazioni.

Anche in pieno Lockdown i ragazzi di Postioma hanno potuto svolgere un'attività laboratoriale che si è sintetizzata in un video documentario che ha unito le loro immagini al volo virtuale di Google Earth Pro relativo all'itinerario considerato.

Gli insegnanti di **Geografia, Matematica, Storia ed Italiano** delle classi coinvolte, hanno collaborato costituendo un team di lavoro anche nel periodo più difficile per la scuola e per l'intero paese, utilizzando come opportunità le difficoltà date dalla situazione contingente. Gli insegnanti, grazie alla tecnologia presa in considerazione, hanno potuto sia "crescere professionalmente" sia utilizzare nuove modalità di collaborazione e condivisione dei materiali, anche se isolati e distanti tra loro.

In questo modo si è dato ai ragazzi ai ragazzi uno strumento che ha permesso loro di collaborare, come se fossero in classe, ad un progetto condiviso che alla fine ha restituito risultati per loro inaspettati.

L'**Outdoor Education**, anche in questa situazione difficile di emergenza, ha permesso di sviluppare i contenuti didattici propri delle singole discipline, di creare curiosità tra i ragazzi, ma soprattutto di far lavorare insegnanti di discipline diverse come una squadra affiatata nonostante la distanza.

Appena i divieti del **lockdown** si sono "alleggeriti" ho organizzato di domenica un'uscita a piedi con le colleghe che, essendo di altre regioni, non potevano conoscere bene i "dettagli" del territorio locale.

Il poter toccare con mano, o meglio con i piedi, un territorio in cui si possono ancora intravedere le tracce dell'antica centuriazione romana, le ha incuriosite e stimolate a mettere in atto modalità didattiche un po' diverse e non convenzionali anche per gli anni successivi.

L'EDUCAZIONE CIVICA

Non dimentichiamoci della "cenerentola" delle discipline che è presente in tutte le progettazioni didattiche ma di cui non ci sono percorsi definiti in modo univoco o condiviso e comunque si **deve** arrivare a dare una valutazione numerica.

Personalmente ritengo che ***l'Educazione Civica sia di fondamentale importanza soprattutto in questo periodo di "sbando sociale"*** in cui molti ragazzi non sono più abituati a vivere con regole definite ed univoche ma questo non dipende certamente dalla scuola ma non è questa la sede per discuterne.

Il più delle volte, molti dei nostri ragazzi, si sono trovati abbandonati a sé stessi e soli.

Scuole Outdoor in Rete considera, come punto di forza fondamentale della propria didattica, la valorizzazione dell'individuo, la sua capacità di operare in gruppo, la sua vita di "comunità" ma soprattutto: ***il farsi carico ognuno del benessere degli altri.***

Quando si danno le regole al primo giorno, molti ragazzi restano un po' spiazzati. Il contingentamento dell'uso del cellulare, la gestione dei tempi in cui stare assieme, la condivisione delle "riflessioni al chiaro di luna", le partite a carte con gli insegnanti e la condivisione di "disagi comuni" (l'uso dei bagni e la loro manutenzione, la pulizia delle camere e degli spazi comuni, la gestione del proprio abbigliamento...) portano i ragazzi a riflettere su cosa sia fondamentale e su cosa sia superfluo.

Alla fine di ogni campus di lavoro i ragazzi rientrano a casa trasformati, stanchi ma soddisfatti!

Basta guardarli quando osservano il loro lavoro, e lo mostrano con orgoglio.

Quando autonomamente si fermano anche oltre il tempo stabilito per completare le "rifiniture" (andando a sacrificare il loro "tempo libero") e se li esorti a fermare il lavoro ti dicono: **"...un secondo Professore, non ci piaceva come stava venendo e abbiamo modificato per rendere più bello il tracciato..."**

Quando sono loro stessi a cercare il **"lavoro ben fatto"** vuol dire che abbiamo raggiunto un importante obiettivo didattico.

Innanzitutto diventano consapevoli di essere assolutamente in grado di compiere un lavoro (per loro assolutamente nuovo) che pensavano fosse "troppo difficile" per loro.

La collaborazione tra tutti i membri del gruppo ha perciò permesso di superare tutti quegli ostacoli che la realizzazione del lavoro aveva messo loro di fronte.

È questa consapevolezza che gli permette di sentirsi **"capaci", "apprezzati", "coinvolti"** e **"soddisfatti"**.

Alla fine ognuno di loro ha comunque lavorato per gli altri, per farli star bene.

Questo viene visto come una sorta di gratificazione personale.

Il ruolo dell'insegnante di classe è fondamentale!

L'insegnante deve riuscire a cogliere ogni singola sfumatura e gli deve dare l'importanza che merita.

Deve capire al volo se qualcuno rischia di isolarsi e fare in modo che venga immediatamente integrato con gli altri.

Per questa ragione sono fondamentali i corsi di formazione che la rete svolge per gli insegnanti che vogliono partecipare ai Campus di Lavoro con i loro studenti.

L'Outdoor Education non è un "uscita didattica", non è una "gita scolastica", è un vero e proprio "Percorso Educativo" che va coordinato con tutto il Consiglio di Classe.

Le "leve emotive" che questa attività mette in azione, sono strumenti molto potenti per tutto ciò che concerne lo sviluppo dell'autostima, della capacità di condividere le difficoltà e per far acquisire la consapevolezza dell'importanza dell'assunzione di responsabilità personali.

CONCLUSIONI

Ovviamente non ho citato le discipline dei lavori di indirizzo che caratterizzano ogni ordine scolastico.

Questo per il semplice fatto che tali discipline sono già ben codificate in una programmazione dettagliata di ogni classe.

Alla fine di queste riflessioni voglio però ribadire l'importanza del lavoro d'insieme del Consiglio di Classe, della pianificazione del campus di lavoro ma soprattutto del ruolo fondamentale che assumono gli insegnanti che accompagnano la classe.

Saranno loro i primi esempi da seguire, ascoltare e con cui confrontarsi.

Non è detto che gli insegnanti stessi abbiano le abilità necessarie a svolgere il lavoro, per questo ci sono i **"Collaboratori Tecnici della Rete"**.

Gli insegnanti possono però valorizzare le capacità dei loro singoli studenti, possono utilizzare in classe il ricordo di ciò che è accaduto al campus come esempio per risolvere una situazione diversa o come stimolo per proporre uno studio più approfondito come è stato approfondito il **"lavoro ben fatto"** sul sentiero.

