

Protocollo Nuvole

Cloud Protocol



Scopo

Osservare il tipo e la copertura delle nuvole, scie comprese

Visione d'insieme

Gli studenti osservano quale dei dieci tipi di nuvole e quanti dei tre tipi di scie aeree sono visibili e quanto il cielo è coperto dalle nuvole (non scie) e quanto è coperto da scie.

Risultati per gli Studenti

Gli studenti imparano a fare delle stime da osservazioni e come classificare le nuvole specifiche seguendo le descrizioni generali per le categorie.

Gli studenti apprendono i concetti meteorologici di altezza delle nuvole, tipi e copertura nuvolosa e imparano i dieci tipi di nuvole di base.

Concetti scientifici

Scienze della Terra e dello Spazio

Il tempo può essere descritto da osservazioni qualitative.

Il tempo cambia di giorno in giorno e nel corso delle stagioni.

Il tempo è variabile su scale spaziali locale, regionale e globale.

Nuvole si formano per condensazione di vapore acqueo nell'atmosfera.

Le nuvole influenzano tempo e clima.

L'atmosfera ha diverse proprietà a diverse altitudini.

Il vapore acqueo si aggiunge all'atmosfera per evaporazione dalla superficie terrestre e traspirazione delle piante.

Physical Science

I materiali sono presenti in diversi stati - solido, liquido e gas.

Geografia

La natura e l'estensione della copertura nuvolosa influenzano le caratteristiche dei sistemi fisici geografici.

Modificazioni atmosferiche

La concentrazione dell'ozono superficiale varia nel tempo

La copertura nuvolosa, la temperatura dell'aria, la direzione del vento e l'umidità dell'aria influenzano la concentrazione dell'ozono

La qualità dell'aria è influenzata dalla concentrazione dell'ozono presente

Abilità Scientifiche di Indagine

Utilizzare la tavola delle nuvole per classificare i tipi di nuvole.

Stimare la copertura nuvolosa.

Identificare domande con possibile risposta.

Progettare e condurre indagini scientifiche.

Utilizzare opportuni strumenti matematici per analizzare i dati.

Sviluppare descrizioni e previsioni con le prove.

Riconoscere e analizzare spiegazioni alternative.

Comunicare procedure, descrizioni e previsioni.

Livello

Tutti

Tempo

10 minuti

Frequenza

Quotidiana.

Le misure prese a cavallo del sole a picco (Solar Noon) sono preferite

A sostegno di misurazioni di ozono e aerosol

Al momento di un passaggio del satellite

Tempi supplementari sono i benvenuti

Materiali e strumenti

Atmosphere Investigation Data Sheet o Cloud Data Sheet

Carta delle Nuvole di GLOBE

Observing Cloud Type (in the Appendix)

Tavoletta rigida

Penna o matita

Preparazione

Assembla e installa la Stazione di Monitoraggio dell'ozono

Assembla o procurati e installa lo strumento per la direzione del vento

Prerequisiti

Nessuno

Nuvole: Protocolli - Introduzione

Cloud Protocols - Introduction

Le nuvole e l'atmosfera

Nell'ambiente l'acqua può essere un solido (ghiaccio e neve), un liquido o un gas (vapore acqueo). Come l'acqua si muove da un posto all'altro si può sciogliere, congelare, evaporare, o condensare. Questi cambiamenti accadono quando l'acqua viene riscaldata o raffreddata. L'acqua nella atmosfera esiste in tutte le tre fasi (solido, liquido, gassoso) e la fase cambia a seconda della temperatura e della pressione. Come la maggior parte degli altri gas che compongono l'atmosfera, il vapore acqueo è invisibile allo occhio umano. Tuttavia, a differenza di molti altri gas, nella nostra atmosfera, sotto le giuste condizioni, il vapore acqueo può cambiare da gas a particelle solide o gocce di liquido. Se le temperature sono sopra lo zero, il vapore acqueo si condensa in gocce d'acqua. Se le temperature sono sotto zero, come accade negli strati alti dell'atmosfera, si possono formare invece minuscoli cristalli di ghiaccio. Quando le goccioline d'acqua o i cristalli di ghiaccio sono presenti in gran numero, bloccano la luce in modo sufficiente perché noi le possiamo vedere, essi formano le nuvole. Quindi, le nuvole ci dicono qualcosa sulla temperatura dell'aria e dell'acqua in cielo. Esse influenzano anche la quantità di luce solare che raggiunge il suolo e quanto lontano noi possiamo vedere. Nella troposfera, la parte più bassa della atmosfera, la temperatura diminuisce con l'aumentare dell'altitudine. Appena si formano, i cristalli di ghiaccio ad alta quota sono spesso spazzati via, dalla regione in cui si sono formati, dai forti venti creati dagli aerei. Attraverso questo processo di formazione e movimento i cristalli di ghiaccio spesso si fondono in grandi cristalli e poi cominciano a cadere. Questi cristalli che cadono o che sono spinti dal vento creano striature, che vediamo come ciuffi di nuvole. Queste striature sono spesso curvate dal vento che può soffiare a velocità differenti a diverse altitudini. Ma anche altri tipi di nuvole sono spinti dal vento. Le correnti ascensionali aiutano la formazione di nubi torreggianti; correnti discensionali d'aria tendono a creare spazi liberi tra le nuvole. Venti orizzontali spostano

le nuvole da un posto all'altro. Le nuvole che si formano su laghi e oceani sono soffiate sulle terre asciutte, portando precipitazioni. Forti venti nell'alta atmosfera a volte soffiano via le cime delle nuvole creando forme a incudine o portano cristalli di ghiaccio molto sottovento nelle aree pulite.

Cristalli di ghiaccio e gocce d'acqua diffondono la luce in modo diverso. Le nubi spesse assorbono più luce solare di quelle sottili. I tipi di nuvole, le fasi dell'acqua e la quantità di nuvole, ghiaccio e gocce d'acqua tutti influenzano la quantità di luce solare che passa attraverso l'atmosfera per riscaldare la superficie terrestre. Le nuvole influenzano anche il calore che può sfuggire dalla superficie terrestre verso lo spazio attraverso l'atmosfera.

Dall'osservazione delle nuvole, possiamo ottenere informazioni sulle condizioni di temperatura, umidità e vento in luoghi diversi dell'atmosfera. Queste informazioni aiutano a prevedere il tempo. Le osservazioni delle nubi contribuiscono anche a farci sapere in quale quantità la luce del sole raggiunge la terra e quanto facilmente può sfuggire il calore dal terreno e dalla bassa atmosfera, e questa informazione è importante per capire il clima.

Nuvole e Meteo

Quali tipi di nuvole tu vedi spesso dipende dalle condizioni atmosferiche che stai sperimentando o che stanno per verificarsi. Alcune nuvole si formano solo col bel tempo, mentre altre portano acquazzoni o temporali. I tipi di nuvole presenti forniscono informazioni importanti sul movimento verticale a diverse altezze in atmosfera. Prestando attenzione alle nuvole, presto sarete in grado di utilizzare la formazione di nubi per prevedere il tempo!

Tipi di nuvole possono indicare una tendenza nel modello del meteo. Per esempio, gli altocumuli sono spesso il primo indicatore che si possono verificare acquazzoni nel corso della giornata. A medie latitudini, si può spesso vedere l'avanzata di un fronte caldo guardando il cambiamento delle nuvole da cirri a cirrostrati. Più tardi, come il fronte si avvicina, le nubi si addensano e si abbassano, diventando altostrati. Come inizia la precipitazione, gli altostrati diventano nimbostrati, immediatamente prima che il fronte attraversi la tua posizione.

I tipi di nuvole sono un segno importante dei

processi che si stanno verificando in atmosfera. Le nuvole indicano che l'aria umida si muove verso l'alto; le precipitazioni possono avvenire solo quando ciò si verifica. Le nuvole spesso forniscono il primo segnale che il maltempo è in arrivo, anche se non tutte le nubi sono associate con il cattivo tempo,

Nuvole e clima

Le nuvole hanno un ruolo complesso nel clima. Essi sono la fonte di precipitazioni, influenzano la quantità di energia dal sole che raggiunge la superficie terrestre e isolano la superficie terrestre e la bassa atmosfera. In qualsiasi momento, oltre la metà della superficie terrestre è ombreggiata da nuvole. Le nuvole riflettono una parte della luce solare lontano dalla Terra, mantenendo il pianeta più fresco di quello che sarebbe stato altrimenti. Allo stesso tempo, le nuvole assorbono una parte dell'energia termica emessa dalla superficie terrestre e rilasciano un po' di questo calore indietro verso la terra, mantenendo la superficie terrestre più calda di quanto sarebbe altrimenti. Misurazioni satellitari hanno mostrato che, in media, l'effetto di raffreddamento delle nubi è più grande di loro effetto di riscaldamento. Gli scienziati calcolano che, se le nuvole non si fossero formate nell'atmosfera terrestre, il nostro pianeta sarebbe in media di oltre 20 ° C più caldo.

Le condizioni sulla Terra influenzano la quantità e il tipo di nuvole che si formano sopra le nostre teste. Questo aiuta a modellare il clima locale. Per esempio, nelle foreste pluviali le piante rilasciano grandi quantità di vapore acqueo. Poiché il riscaldamento costringe ogni giorno l'aria a salire, si formano le nuvole e si verificano piogge intense. Oltre i tre quarti delle acque nelle foreste pluviali tropicali sono riciclati in questo modo e la copertura nuvolosa è quasi completa per la maggior parte dell'anno. Al contrario, in un deserto non vi è alcuna fonte superficiale di umidità e condizioni di cielo sereno sono tipiche; queste condizioni consentono un maggiore riscaldamento da parte della luce del sole e temperature massime maggiori. In entrambi i casi, il clima locale - precipitazione e temperatura - è legato alle condizioni delle nuvole. Le attività umane possono anche influenzare le condizioni delle nuvole. Un esempio

specifico ed evidente è la formazione di scie di condensazione (contrails, o condensation trails). Queste sono le nuvole lineari che si formano quando un aereo a reazione passa attraverso una porzione di atmosfera che ha la giusta combinazione di umidità e temperatura. I gas di scarico dei jet contengono un po' di vapor d'acqueo e particelle di piccole dimensioni - aerosol - che forniscono nuclei di condensazione che aiutano la formazione iniziale di cristalli di ghiaccio. In alcune zone, il traffico dei jet sta provocando un notevole cambiamento della nuvolosità, che può influire sia sul tempo che sul clima.

Come cambieranno le condizioni delle nuvole se la superficie terrestre diventa mediamente più calda? Se le acque superficiali degli oceani e dei laghi si riscalda, più acqua evapora. Questo dovrebbe aumentare la quantità totale di acqua nell'atmosfera e la quantità di copertura nuvolosa; ma che tipo di nuvole si formeranno? L'aumento di nubi si verificherà per lo più ad alta quota o a bassa quota? A tutte le altitudini le nuvole riflettono la luce solare provocano il raffreddamento della superficie terrestre, ma le nubi alte rilasciano meno calore allo spazio, e quindi riscaldano la superficie più delle nuvole basse. Così, i cambiamenti nella temperatura superficiale possono dipendere da come cambiano le condizioni delle nuvole.

Molte fonti ufficiali di osservazioni meteorologiche usano ora strumenti automatizzati per osservare le nuvole. Questi sistemi di misura automatici non rilevano i tipi di nuvole. Questo rende le osservazioni sulle nuvole degli studenti GLOBE e di altri osservatori meteo amatoriali uniche come sorgenti di dati. Dal 1960, gli scienziati hanno utilizzato anche i satelliti per osservare le nuvole. Queste osservazioni sono iniziate con semplici immagini di nuvole, ma si stanno aggiungendo tecniche sempre più avanzate. Gli scienziati stanno lavorando per sviluppare metodi automatici per inferire i tipi di nuvole da immagini satellitari meteo nel visibile e nell'infrarosso. E' un compito difficile e le osservazioni da terra sono necessarie per il confronto. Il rilevamento delle scie dallo spazio è particolarmente difficile, dal momento che le scie sono troppo strette per essere viste con le immagini satellitari. Accurate osservazioni sul tipo di nuvole da parte degli studenti GLOBE sono una fonte importante di queste osservazioni terrestri.

Supporto al Docente

Ognuno guarda le nuvole. I bambini spesso alzano lo sguardo e immaginano di vedere le forme di diversi oggetti in cielo. In GLOBE, gli studenti guarderanno il cielo per alcune specifiche proprietà scientificamente significative - tipo di nuvole e copertura. Una grande abitudine da sviluppare è di guardare il cielo ogni volta che vai fuori e prestare attenzione a ciò che sta accadendo nell'atmosfera. Potresti essere sorpreso per quanto sta accadendo!

Gli studenti osservano le nuvole con i loro occhi. L'attrezzatura necessaria è solo la carta delle Nuvole di GLOBE, per cui questi protocolli sono facili da iniziare, ma l'identificazione dei tipi di nuvole e della copertura nuvolosa è una abilità da conquistare. Agli studenti andrà meglio con la pratica; quanto più spesso voi e i vostri studenti farete le osservazioni delle nuvole, tanto prima familiarizzerete con esse e migliore sarà la qualità dei dati.

Con l'avvento delle stazioni meteorologiche automatiche che hanno solo gli strumenti in grado di visualizzare le nubi ad altezze fino a 3.000 a 4.000 metri, molte nubi al centro e ad alta quota, comprese le scie degli aerei, non sono più osservabili. Le osservazioni sulle Nuvole di GLOBE forniranno una serie di dati utili, continuando le osservazioni visive che sono state effettuate da oltre 100 anni e che ora sono state sostituite con le osservazioni automatizzate.

Buone domande per aiutare gli studenti a cominciare a determinare il posto migliore per prendere le loro misure potrebbero essere:

Dove nel cortile della scuola potreste vedere più nuvole? Dove se ne vedrebbero di meno? Mentre si cammina nel cortile della scuola, gli studenti possono disegnare una mappa della zona. Gli studenti più giovani possono solo disegnare le caratteristiche principali, come ad esempio l'edificio scolastico, parcheggi, parchi giochi, ecc. Gli studenti più grandi devono compilare il modulo in modo più dettagliato, per esempio, di cosa è fatta la superficie del parco giochi (ad esempio pavimentata, erbosa, o di terreno nudo). Segneranno ruscelli o stagni e indicheranno le aree alberate. Potrebbero misurare quale porzione di cielo è nascosta da edifici e alberi

con il clinometro e con le tecniche fornite in *Documenting Your Atmosphere Study Site*.

L'obiettivo è quello di avere un disegno del cortile della scuola in modo che gli studenti capiscano perché è stato scelto il luogo per le osservazioni delle nuvole. Ogni anno, la nuova classe di studenti può ripetere questa mappatura per ottenere questo livello di comprensione.

Suggerimenti per le misurazioni

Copertura nuvolosa

La copertura nuvolosa è una stima soggettiva, ma anche scientificamente importante. Meteorologi e climatologi devono avere accurate osservazioni sulla copertura nuvolosa per calcolare correttamente la quantità di radiazione solare che viene riflessa o assorbita prima che la luce solare raggiunga la superficie terrestre, e la quantità di radiazione proveniente dalla superficie terrestre e dalla bassa atmosfera, che viene riflessa o assorbita prima di sfuggire verso lo spazio.

Come dimostra la Learning Activity *Estimating Cloud Cover*, l'occhio umano tende a sovrastimare la percentuale di cielo coperta dalle nuvole. Avere studenti che fanno questa attività è il miglior primo passo per prendere misure accurate. L'altra chiave per la copertura nuvolosa è di avere studenti che osservano l'intero cielo visibile dal sito di studio Atmosfera.

Una volta che gli studenti iniziano a registrare le osservazioni sulla copertura nuvolosa, è importante che le osservazioni vengano fatte da piccoli gruppi, nei quali il consenso può essere raggiunto velocemente. Un modo utile per fare l'osservazione è quello di dividere il cielo in quattro quadranti, stimare la copertura frazionaria in ogni quadrante, e poi trovare la media. Questo può essere fatto utilizzando i valori decimali o frazioni, a seconda delle abilità matematiche degli studenti. Di solito le più grandi discrepanze si verificano in situazioni borderline, in cui una categoria è vicino ad un altro. Le categorie di copertura nuvolosa sono riportati nella tabella A-CL-1.

Man mano che diventano più esperti in questo tipo di misurazione, gli studenti cominciano a rendersi conto che le nuvole sono tridimensionali e che, quindi, hanno uno spessore. Quando si guarda verso

Table AT-CL-1

Percentage	If less than	If greater than or equal to
10%	Clear	Isolated
25%	Isolated	Scattered
50%	Scattered	Broken
90%	Broken	Overcast

l'orizzonte, il cielo può sembrare più nuvoloso di quanto realmente sia perché gli spazi tra le nuvole sono nascosti alla vista. Questo effetto è più pronunciato per nubi basse che per nubi medie e superiori (queste categorie sono discusse nella sezione Cloud Type). Inoltre è un problema più grande per nubi cumuliformi che per nubi stratiformi. Se, guardando direttamente sopra la testa, gli studenti vedono un modello di copertura nuvolosa con sbuffi individuali o lunghi rotoli di nubi separate da zone chiare, e l'aspetto generale delle nuvole è simile verso l'orizzonte, è ragionevole pensare che ci siano spazi tra queste nubi come bene e che la copertura nuvolosa non sia al 100% verso l'orizzonte. Questo protocollo include una categoria di "No Clouds", che dovrebbe essere segnalata quando non ci sono nuvole visibili in cielo e una categoria "Obscured sky". Questa condizione viene registrata quando fenomeni meteorologici limitano la capacità dello spettatore di vedere con chiarezza e di individuare le nuvole e le scie nel cielo. Ci sono dieci possibili tipi di oscuramento da riportare. Se hanno difficoltà a vedere le nuvole e scie in più di un quarto del cielo, gli studenti non dovrebbero riportare la copertura di nubi o scie utilizzando una delle normali categorie, piuttosto, dovrebbe piuttosto indicare che il cielo è nascosto, e poi indicare uno (o più) fenomeni di oscuramento che sono responsabili della scarsa visibilità del cielo. Meta-dati devono essere segnalati per la copertura di nubi e scie per la parte di cielo che è visibile, se il cielo è solo parzialmente oscurato. I fenomeni di oscuramento sono definiti di seguito.

• **Nebbia**

La nebbia è una collezione di gocce di acqua di piccole dimensioni che ha sede presso il terreno e che limita la visibilità al suolo e sopra di esso. Nubi stratiformi sono spesso associate a nebbia. Nelle zone costiere, in montagna e nelle valli la nebbia può essere prevalente durante le osservazioni GLOBE a metà giornata. Questa categoria comprende

nebbia di ghiaccio o polvere di diamante che è prevalente alle alte latitudini quando non si sono nuvole.

• **Fumo**

Le particelle di fumo da incendi o da altre fonti limitano spesso severamente al suolo e sopra di esso. Quando si è in presenza di fumo il fumo, il suo netto odore lo distingue da foschia o nebbia.

• **Foschia (Haze)**

La foschia è causata da un insieme di gocce d'acqua molto piccole, o aerosol (che possono essere gocce d'acqua, sostanze inquinanti o particelle di polvere naturale sospese in atmosfera), che insieme colorano il cielo di rosso, di marrone, di giallastro o di bianco. Lo smog verrebbe posto in questa categoria. GLOBE ha un nuovo protocollo Aerosol per gli insegnanti che desiderano saperne di più su foschia e sue cause. Per la maggior parte del tempo in cui c'è foschia, le nuvole sono ancora osservabili. Questa categoria si può verificare solo quando la nebbia è così estrema che nuvole non si possono vedere.

• **Genere vulcanica**

Una delle maggiori fonti naturali di aerosol nell'atmosfera coincide con l'eruzione di un vulcano. In questi casi, è ipotizzabile che sulle scuole possa cadere cenere o si abbiano altre restrizioni alla visibilità (forse un pennacchio in testa).

• **Polvere**

Spesso il vento solleva la polvere (piccole particelle del terreno - argilla e limo) e trasporta a migliaia di chilometri. Se il cielo non si può vedere bene a causa della polvere che cade o soffia, vi preghiamo di segnalare questa categoria. Tempeste di sabbia gravi possono limitare la visibilità in alcuni punti e dovrebbero stati segnalate in questa categoria, così come si dovrebbe segnalare come oscurato da polvere il cielo nel caso in cui gli studenti non possono uscire all'aperto a causa di una grave tempesta di polvere.

• **Sabbia**

Sabbia soffiata o in sospensione, o tempeste di sabbia, in genere richiedono venti più forti

rispetto agli eventi di polvere, ma anche essi possono rendere difficile la visione del cielo.

- **Spray** - (chiamato anche spray marino)

Vicino a grandi corpi di acqua, il vento forte può sospendere gocce d'acqua sufficienti a ridurre la visibilità in modo che il cielo non può essere chiaramente distinto. Questa categoria è generalmente limitata alla zona immediatamente adiacente alla costa; una volta all'interno, le particelle di sale possono restare sospese dopo che le gocce d'acqua sono evaporate, lasciando dietro gli aerosol.

- **Pioggia pesante (Heavy rain)**

Se piove intensamente al momento dell'osservazione, il cielo può non essere visibile. Anche se può sembrare coperto, se non riesci a vedere il cielo intero è necessario segnalare il cielo come oscurato, e la pioggia ne è la causa.

- **Neve fitta (Heavy snow)**

La neve può cadere ad una velocità tale da impedire la chiara visione del cielo o della copertura nuvolosa da parte dell'osservatore.

- **Neve soffiata (Blowing snow)**

Nel caso in cui il vento soffi con forza sufficiente per sollevare da terra la neve caduta, l'osservazione del cielo può essere impedita. Se si verifica una bufera di neve (vento forte e neve che cade intensamente), entrambe queste ultime due categorie devono essere segnalate.

Copertura delle scie (degli aerei)

La stessa tecnica di dividere il cielo in quattro quadranti descritto sopra per la copertura nuvolosa può essere utilizzato anche nella stima di copertura delle scie di condensazione. Una scia singola e persistente che attraversa il cielo copre meno dell'1% dello stesso (vedere *Estimating Cloud Cover Learning Activity*).

Pertanto, contare le scie può anche essere un valido strumento per la stima. Quando il cielo è oscurato, come descritto in precedenza, le misure di copertura delle scie non si possono prendere. Ricorda: la copertura delle scie si misura separatamente dalla copertura nuvolosa. Quindi, quando si stima la copertura nuvolosa, non vi si devono includere le scie. Quando si osservano le scie che si sovrappongono con le nuvole, si dovrebbe segnalare questo nei meta-dati.

Tipi di nuvole

Cloud Type è una misura qualitativa. La Carta delle Nuvole di GLOBE, il quiz sulle nuvole sul sito Web di GLOBE e altre informazioni ricavabili dai libri di testo e da

fonti on-line possono essere utili per aiutare gli studenti ad imparare i molti modi in cui le diverse tipologie di nuvole possono apparire. Tuttavia, le immagini bidimensionali hanno un aspetto piuttosto diverso rispetto alle osservazioni reali del cielo, che sono tridimensionali, e non vi è alcun sostituto all'esperienza dell'osservazione diretta delle nuvole.

Il sistema dei tipi di nuvole è organizzato in 3 categorie basate sull'altezza o sulla quota della base delle nuvole.

Le Nuvole Alte (cirri-o cirrus) sono universalmente composte da cristalli di ghiaccio, e quindi hanno un aspetto più delicato. Perché sono più lontane dall'osservatore, esse appaiono anche più piccole di altri tipi di nuvole, in generale. Le forme a ciuffo che si vedono spesso in nubi alte sono cristalli di ghiaccio che cadono e sublimano (passaggio da solido a gas). In generale, attraverso le nubi alte il sole si può vedere e le particelle di ghiaccio nei cirrostrati disperdono la luce del sole per formare un anello luminoso intorno al sole, chiamato un alone.

Le Nuvole Medie, il cui nome inizia sempre con il prefisso alto, sono prevalentemente costituite da goccioline d'acqua. Esse possono contenere po' di ghiaccio. A volte, il sole può essere visto anche attraverso queste nuvole, ma senza alone.

Le Nuvole Basse sono più vicine a chi osserva e spesso sembrano essere abbastanza grandi in confronto a quelle più alte. Esse possono essere molto più scure, sembrare più grigie di nubi alte o medio. Le nuvole basse possono estendersi anche ad altitudini elevate, ciò si può vedere quando esistono evidenti distanze tra le nuvole.

Una volta che questa distinzione fondamentale vi sia chiara (alte / medie / basse), la successiva cosa da decidere è di quale forma sia della nuvola. Se l'aspetto della nuvola è di uno strato abbastanza uniforme, la nuvola sarà stratiforme, una nuvola di tipo status (strato). La maggior parte delle nuvole che hanno la forma di sbuffi, rotoli, nastri, o ciuffi, sono cumuliformi, dalla famiglia cumulo. Infine, se una nuvola sta producendo precipitazioni (che l'osservatore può vedere), deve avere il termine nimbo nel suo nome. Le forme a

ciuffo prodotte da nuvole di ghiaccio si verificano quasi sempre in alta quota e così sono chiamate con lo stesso nome di nubi alte - cirro-o cirri. Eseguendo la attività *Cloud Watch Learning Activity* di tanto in tanto, gli studenti guadagneranno più fiducia nelle loro capacità di identificare i tipi di nuvole in un cielo complesso!

Tipo di scie

Le scie di condensazione si verificano generalmente ad alti livelli come i cirri. Tuttavia, come nuvole indotte dall'uomo, le scie sono riportate in una categoria separata. Ci sono tre tipi di scie di condensazione da classificare. Questi sono:

- **Di breve durata (Short lives)**- scie che spariscono in breve tempo e formano brevi segmenti lineari nel cielo, che svaniscono man mano che aumenta la distanza dall'aereo che li ha creati
- **Persistenti, che non diffondono** - queste scie di condensazione rimangono a lungo dopo che il velivolo che le ha causate ha lasciato la zona. Essi formano lunghe linee di larghezza approssimativamente costante nel cielo, generalmente rettilinee. Queste scie sono più ampie del dito indice portato alla distanza delle braccia.
- **Persistenti, che diffondono** - queste scie di condensazione rimangono anche per molto tempo dopo il passaggio dell'aereo che le ha lasciate in zona. Esse formano lunghe strisce che si ampliano con il tempo. Queste scie sono più larghe di un dito indice tenuto a distanza delle braccia. Questo tipo è l'unico che attualmente può essere visto con le immagini satellitari, e solo quando è più largo di quattro dita, tenute a distanza delle braccia. Pertanto, segnalare nei meta-dati la larghezza di queste scie in dita equivalenti sarà molto utile per gli scienziati. Fare riferimento al sito Web del team scie per consultare altre immagini dei vari tipi di scie.

Scie di breve durata si formano quando l'aria alla quota dell'aereo è un po' umida. Scie persistenti si formano quando l'aria alla quota dell'aereo è molto umida, e hanno maggiori probabilità di influenzare il clima di quanto non possano fare le scie di breve durata.

La preparazione degli studenti

Le stime del tipo di nuvole e della copertura nuvolosa sono valutazioni soggettive, quindi è buona cosa coinvolgere diversi studenti in questo compito. Ogni studente dovrebbe fare la propria personale lettura, poi gli studenti dovrebbero mettersi d'accordo come gruppo. Non ci si deve sorprendere se gli studenti inizialmente hanno difficoltà con queste stime. Anche osservatori allenati dibattono su quali tipi di nuvole stiano osservando, o quanta parte del cielo sia esattamente coperta dalle nuvole. Man mano che gli studenti si abituano a queste osservazioni, si inizierà a riconoscere le sottili differenze nel tipo di nuvola osservata.

Ci sono due modi efficaci per contribuire ad addestrare gli studenti a fare le più accurate osservazioni possibili delle nuvole:

1. Far pratica con l'osservazione del tipo di nuvole, facendo il GLOBE Cloud Quiz, disponibile presso la Resource Room del server web GLOBE o spendere un sacco di tempo a guardare e identificare esempi di tipi di nuvole predominanti nella vostra posizione;
2. Fare le seguenti attività dalla GLOBE *Atmosphere Teacher's Guide*
 - Stimare la copertura delle nuvole (*Estimating Cloud Cover*)
 - Osservare, descrivere e identificare le nuvole (*Observing, Describing and Identifying Clouds*)
 - Guardare le nuvole (*Cloud watch*)

Queste attività sono progettate per dare agli studenti molte opportunità di acquisire competenze per identificare i tipi di nuvole e la copertura nuvolosa.

A volte ci possono essere divergenze tra gli studenti sulle osservazioni delle nuvole e il processo degli studenti che arrivano ad un consenso è una parte importante del processo di scoperta scientifica. Tuttavia, può essere utile includere alcuni commenti nella sezione Meta-dati della vostra scheda.

Praticare simulazioni con i compagni di classe contribuirà a costruire la fiducia degli studenti. Assicuratevi che possano controllare l'intero cielo. Uno dei modi migliori per farlo è con gruppi di quattro studenti, in piedi di schiena uno con l'altro, uno rivolto a

nord, uno a est, uno a sud e uno ad ovest. Ora, ogni studente è responsabile della stima della quantità di nubi presente dall'orizzonte alla verticale della propria testa nel proprio quadrante.

Assicuratevi che essi definiscano il loro quadrante nello stesso modo. Una volta che ogni studente ha una stima (si usino incrementi del 10%, o frazioni come ottavi o decimi), si fa la media delle quattro stime sommandole e dividendo per 4. Questo metodo sarà particolarmente utile quando si è in presenza di un cielo difficile che porta a stime diverse tra i membri del gruppo.

Le informazioni (tips) che seguono possono aiutare gli studenti a determinare l'altezza delle nubi cumuliformi. Con le braccia lontane dalle spalle, parallele al suolo, gli studenti allineino le loro dita alla forma delle nuvole che stanno osservando. Una buona regola da usare è che se i/le singoli sbuffi, rotoli, onde, ecc, delle nuvole sono più piccoli della larghezza di un dito, si tratta di cirrocumuli. Se sono meno larghi di due dita, ma più larghi di un dito, si tratta probabilmente di altocumuli. Se più ampia di due dita, saranno cumuliformi (cercare soffi isolati), stratocumuli (le nuvole sono più larghe che alte e ci sono molti, forse allungato in bande), o cumulonembi (con precipitazioni). Per distinguere le diverse altezze delle nubi stratiformi, ricordare quanto segue. Cirrostratus è il solo tipo di nuvola in grado di produrre un alone intorno al sole o alla luna. L'alone avrà tutti i colori dell'arcobaleno in esso. Gli altostrati produrranno un sole (o una luna) appena velato (velata), e appariranno spesso più scuri, di un colore grigio medio. Gli stratus di solito sono molto grigi e spesso molto bassi rispetto al suolo. La nebbia in realtà è una nuvola strato in quota zero. Ecco alcune domande che gli studenti potrebbero porsi o porre mentre osservano le nuvole:

Che tipo di cielo vedo?

Che tipo di cielo vedono gli studenti di scuole vicine?

Dovrebbe essere la stessa cosa?

La copertura nuvolosa, in particolare, può essere un fenomeno molto locale, e quindi il tipo di nuvole può variare notevolmente da un luogo all'altro nelle vicinanze. Se vista come un aggregato di un ampio raggruppamento di scuole GLOBE, le osservazioni delle nuvole

diventano più utili. Inoltre, le osservazioni locali delle nubi sono importanti per diversi protocolli di GLOBE.

Questioni da approfondire

Cambiano le forme delle nuvole durante l'anno? Come?

Può la quantità di copertura nuvolosa influenzare la temperatura locale?

Quanto sono affidabili le previsioni del tempo locali basate solo sull'osservazione del tipo di nuvole? Possono essere migliorate usando altre misurazioni GLOBE?

Possono la copertura nuvolosa e i fenomeni che bloccano la nostra visione del cielo influenzare i tipi di vegetazione e il suolo nella nostra zona? Se sì, come?

Come possono le nostre osservazioni sulle nuvole essere confrontate con le immagini satellitari di nuvole?

Si vedono spesso scie di aerei nella vostra zona? Perché o perché no?

Sono correlati i tipi di nuvole e le scie di condensazione che osservate?

Come le nubi che vedete possono relazionarsi con le montagne vicine, i laghi, i grandi fiumi, le baie o l'oceano?

Copertura di nuvole e scie: Protocollo

Guida da campo

Compito

Osserva in che misura il cielo è coperto da nuvole e scie

Cosa ti serve

Atmosphere Investigation Data Sheet OR Cloud Data Sheet OR Ozone Data Sheet OR Aerosol Data Sheet

In campo

1. Completate la sezione superiore del *Data Sheet*.
2. Guardate il cielo in ogni direzione.
3. Stimate quanta parte del cielo sia coperta da nuvole che non sono scie.
4. Registrate quale classificazione di nuvole si accordi meglio con ciò che vedete.
5. Registrate quale classificazione di scie si accordi al meglio con la parte di cielo coperta da scie.

Classificazione della copertura nuvolosa	Classificazione della copertura delle scie
Non ci sono nuvole (No clouds) Il cielo è sereno; non ci sono nuvole visibili	Nessuna scia (None) Non ci sono scie visibili
Sereno (Clear) Le nuvole coprono meno di 1/10 (cioè meno del 10%) del cielo	0-10% Scie sono presenti ma coprono meno di 1/10 (cioè meno del 10%) del cielo
Nuvole isolate (Isolated Clouds) Le nuvole coprono tra 1/10 (10%) e ¼ (25%) del cielo	10-25 % Le scie coprono tra 1/10 (10%) e ¼ (25%) del cielo
Nuvole sparse (Scattered Clouds) Le nuvole coprono tra 1/4 (25%) e 1/2 (50%) del cielo	25-50% Le scie coprono tra 1/4 (25%) e ½ (50%) del cielo
Nuvole interrotte (Broken Clouds) Le nuvole coprono tra 1/2 (50%) e 9/10 (90%) del cielo	>50% Le nuvole coprono più della metà (>50%) del cielo
Coperto, nuvoloso (Overcast) Le nuvole coprono più dei 9/10 (90%) del cielo	
Oscurato (Obscured) Nuvole e scie non si possono vedere dal momento che ¼ (25%) del cielo non si può vedere chiaramente	

6. Se il cielo è Oscurato, registra ciò che impedisce la tua vista del cielo. Registra tutte le cause, tra le seguenti.

- Fog • Smoke • Haze • Volcanic Ash • Dust
- Sand • Spray • Heavy Rain • Heavy Snow • Blowing Snow

Tipi di nuvole e scie: Protocollo

Guida da Campo

Compito

Per vedere quale tra i 10 tipi di nuvole e quanto di ognuno dei tre tipi di scie siano visibili.

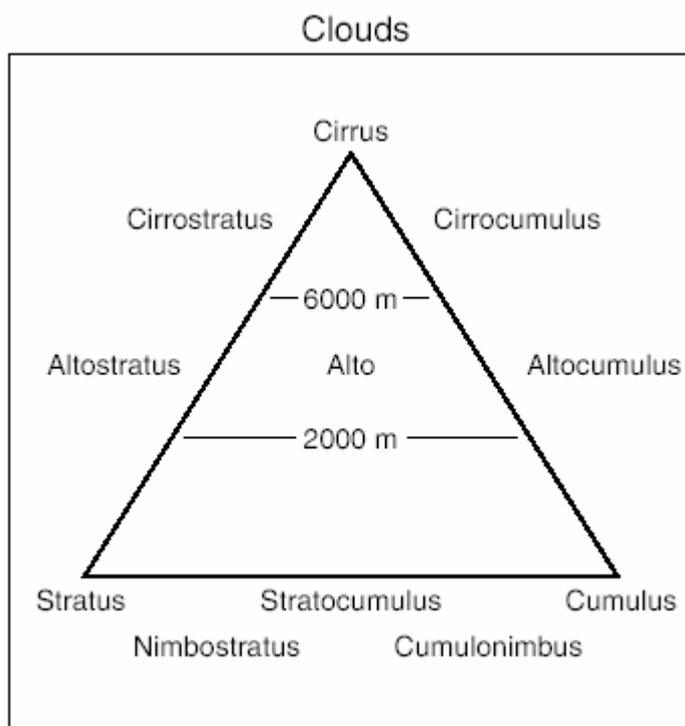
Cosa ti serve

✎ Atmosphere Investigation Data Sheet OR ✎ GLOBE Cloud Chart *Cloud Data Sheet* OR *Ozone Data Sheet* OR *Aerosol Data Sheet*

✎ *Observing Cloud Type* (in Appendix)

Sul campo

1. Osserva tutte le nuvole nel cielo, guarda il cielo in ogni direzione, incluso lo zenith. Attento a non guardare direttamente il sole!
2. Identifica i tipi di nubi che vedi usando la GLOBE cloud chart (Carta delle Nuvole) e le definizioni che si trovano nell'*Observing Cloud Type*.
3. Controlla il box sul *Data Sheet* per ogni tipo di nubi che vedi.
4. Ci sono 3 tipi di scie. Registra il numero di scie per ogni tipo che vedi.



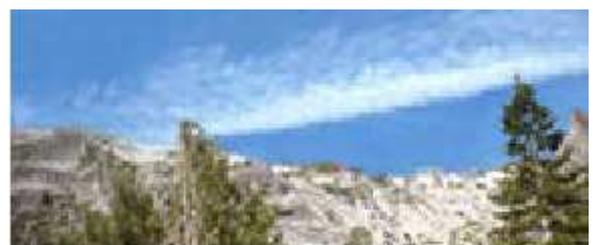
Scie



Di breve durata



Persistenti, che non diffondono



Persistenti, che diffondono

Domande frequenti

1. Perché dobbiamo fare osservazioni sulla copertura nuvolosa, anche se non ci sono nuvole?

Per gli scienziati è importante sapere quando non ci sono nuvole nel cielo, come quando ci sono nuvole. Si prega di segnalare sempre la copertura nuvolosa, anche in una bella giornata! Come puoi calcolare con precisione la copertura media delle nuvole se mancano i dati relativi ai giorni sereni? Occorre anche essere consapevoli che è più facile misurare il cielo sereno da terra, ma più difficile da determinare con sicurezza dal satellite.

2. E' possibile progettare uno strumento per misurare la copertura nuvolosa?

Sì, in effetti, i laser sono utilizzati per misurare questo e lo strumento si chiama Ceilometer. Il Ceilometer misura la porzione di cielo coperto da nubi, ma è molto costoso. Per di più, molti dei ceilometer oggi in uso forniscono stime accurate della copertura nuvolosa fino ad altezze di circa 3,5 chilometri, cosa che li rende inutili per la maggior parte delle nubi medie e per tutte le nuvole alte. La copertura nuvolosa è un aggregato di tutte le nuvole a tutti i livelli e le osservazioni umane sono ancora il modo migliore per misurarla dal terreno. Inoltre, i ceilometer prendono solo un singolo punto di misura o profilo che non può essere rappresentativo della copertura nuvolosa globale.

3. C'è un modo per assicurarsi che le nostre osservazioni sono precise, poiché non vi è alcuno strumento per fare calibrazioni?

Questi dati sono importanti, e la pratica vi aiuterà a diventare esperti nella stima della copertura nuvolosa. È possibile confrontare le vostre osservazioni con le osservazioni di persone che abitano in posti vicini, e compararle con osservazioni ufficiali, anche per verificare quanto siano accurate le vostre osservazioni, ma ricordate che in alcuni giorni le condizioni delle nuvole possono essere diverse anche su brevi distanze e cambiare in pochi minuti. Se le metterete in pratica diligentemente ogni giorno, i vostri sforzi saranno gratificati!

4. Abbiamo difficoltà a capire se abbiamo ragione quando identifichiamo una certa nuvola tra dieci tipi indicati. Come facciamo a sapere se l'identificazione è corretta?

Non si può sapere con certezza. La cosa più

importante da fare è di identificare tipi di nuvole il più spesso possibile. Se si ha accesso al World Wide Web, ci si può esercitare con il Quiz Interattivo on-line delle Nuvole GLOBE, è nel sito web di GLOBE. Inoltre, si potrebbe desiderare di ottenere un'altra copia della Carta Nuvola GLOBE, tagliarla e fare flash card per aiutare i quiz dei tuoi compagni di classe.

5. IL sistema usato in GLOBE è unico o nuovo in qualche modo?

Questo sistema è lo stesso che i meteorologi hanno utilizzato per duecento anni. Molti scienziati scrivono sempre che il loro interesse per la scienza, è iniziato con l'osservazione del cielo e l'annotazione come le nuvole fossero diverse da un giorno all'altro. La base scientifica di questo sistema di osservazione delle nuvole non è sostanzialmente cambiato da quando è stato concepito. Tale ripartizione sistematica delle nuvole in dieci tipi base è stata motivata, almeno in parte, dalla classificazione delle specie di esseri viventi nel mondo animale e vegetale dai biologi. In realtà, i meteorologi spesso dividono ulteriormente i tipi nuvola in altre varianti specifiche all'interno di ciascun tipo di nube. Castellanus si riferisce alle torrette di un castello in una formazione di nubi, un indicatore che l'atmosfera sta diventando instabile, forse preannunciando precipitazioni. Lenticularis significa a forma di lente, una nuvola che spesso si forma in alta montagna. E i cumuli sono spesso divisi in humilis (bel tempo, gonfio) o congestus (torreggianti, colmi come il cavolfiore, molto alti).

6. Cosa posso segnalare se solo una parte del cielo è oscurato, ma posso determinare i tipi di nuvole per un'altra parte del cielo?

Se più di un quarto del cielo totale è oscurato, registrate 'oscurato', e riportate nei metadati i tipi di nuvola che si vedono. Se meno di un quarto del totale del cielo è oscurato, registrate la copertura nuvolosa e tipi di nuvole e nei metadati descrivete quanta parte del cielo è oscurato.

7. Non sono sicuro se quello che vedo è cirri o vecchie scie diffuse?

Ad un certo punto non si riesce a fare la distinzione tra i due. In questa situazione, si prega di segnalare cirri, ma anche di notare nei commenti che i cirri potrebbero essere stati avviati da una scia di condensazione.

Cloud Protocollo Nuvole – Osservando i dati

Sono ragionevoli i dati?

Data la natura soggettiva delle osservazioni delle nuvole, può essere molto difficile stabilire se i dati siano ragionevoli.

Per determinare se il tipo di nubi e di dati di copertura sono ragionevoli si può utilizzare la coerenza interna delle osservazioni. Per esempio, se c'è copertura nuvolosa overcast con strati, stratocumuli o nimbostrati, rapporti di tipi nubi alto o cirrus sarebbero improbabili, dal momento che chi osserva dal suolo non è in grado di vedere le nuvole ad altitudini superiori, per la presenza di una copertura bassa. Un altro esempio potrebbe essere dato dalla contemporanea segnalazioni di soli cirri e di copertura overcast; i cirri sono molto raramente presenti in misura tale da coprire il 90% del cielo. Lo stesso vale per le nubi cumuliformi, tra le quali ci devono essere interruzioni, altrimenti non sarebbero tali (piuttosto che stratocumuli).

Cosa cercano gli scienziati in questi dati?

In tutto il mondo molte stazioni meteorologiche ufficiali hanno effettivamente smesso di prendere le osservazioni nuvola. Le organizzazioni nazionali di meteorologia hanno due motivi principali per questo cambiamento. In primo luogo, i satelliti meteorologici sono in costante monitoraggio della superficie terrestre e dell'atmosfera e negli ultimi anni siamo diventati molto più bravi a determinare la copertura nuvolosa da immagini satellitari. In secondo luogo, molte stazioni meteorologiche stanno monitorando il cielo con strumenti automatizzati. Questi strumenti non possono determinare il tipo di nuvole e sono spesso limitati nella loro capacità di distinguere strati di nubi medie e superiori. Gli strumenti automatizzati hanno senso solo per nuvole fino a circa 3,6 km di altitudine e molti tipi di nuvole sono troppo alti per essere visti dalla maggior parte di questi ceilometers. Così, si può vedere solo la metà dei tipi di nuvole (cumuli, cumulonembi, strati, stratocumuli e nimbostratus).

Le nuvole sono state osservate e associate con i cambiamenti meteo per secoli, infatti il

nostro sistema di classificazione è di oltre 200 anni. I cambiamenti che si osservano tra le nuvole aiutano meteorologi nelle previsioni del tempo. Osservando un cielo chiaro cambiare in un cielo con nubi cumuliformi isolate, che possono crescere fino a cumuli e cumulonembi sparsi, ci si può aspettare l'arrivo di rovesci temporaleschi in tempi brevi. Quando stratocumuli di un cielo overcast si diradano, ci si può aspettare un cielo più sereno. Scienziati del clima amano guardare i cambiamenti delle nubi per lunghi periodi di tempo, per vedere se c'è un aumento o una diminuzione della copertura nuvolosa o un cambiamento nel tipo. Dall'inizio degli anni 1960, i meteorologi hanno le immagini satellitari meteorologiche, utilizzabili per osservare le nuvole (generalmente indicate, su tali immagini, come aree bianche), come nella figura AT-CL-1, una fotografia visibile del Golfo del Messico, vicino al sud-est degli Stati Uniti, dal satellite meteorologico NOAA 15 in orbita polare. Le nuvole sono viste sulle acque ad ovest della Florida, alle Bahamas e sul bordo orientale del quadro, al largo della costa della North Carolina. Le aree territoriali degli Stati Uniti del sud-est sono abbastanza chiare lungo l'Oceano Atlantico, ma più a ovest vediamo alcune nuvole che non sono così brillanti. Questo dice ai meteorologi che queste nubi sono probabilmente inferiori e / o non spesse come quelle bianche luminose in questa immagine di metà pomeriggio. Gli scienziati che lavorano con dati satellitari hanno bisogno di buone osservazioni dal suolo che danno la cosiddetta "verità a terra" relativa alle loro osservazioni satellitari.

Figura AT-CL-1: Immagine satellitare GLOBE



Queste osservazioni sono importanti perché aiutano i meteorologi a capire quanto accurate siano le loro osservazioni satellitari. In generale, più le scuole GLOBE producono osservazioni sulle nuvole, meglio è per gli scienziati che desiderano utilizzare questi dati, per valutare quanto accurate e coerenti siano le loro osservazioni, confrontandole con le prime.

Le fotografie satellitari non sempre danno agli scienziati un'idea chiara di quali tipi di nubi siano presenti. Questo è particolarmente vero per le scie di condensazione, che sono spesso troppo strette per essere visto dallo spazio. Per questo motivo è importante per gli scienziati trovare aree con nubi basse, medie e alte, dato che ogni strato di nubi ha una diversa abilità diverse a bloccare la luce solare e intrappolare la radiazione infrarossa. Diamo un'occhiata ad alcune mappe per vedere come si potrebbe procedere con tali indagini. La Figura AT-CL-2 mostra alcune osservazioni di copertura nuvolosa per un giorno di primavera nel 2001, su una parte degli Stati Uniti e in Canada, vicino alla regione dei Grandi Laghi. I Grandi Laghi sono grandi masse d'acqua che forniscono all'atmosfera grande umidità attraverso l'evaporazione. Alti livelli di vapore acqueo portano spesso a un cielo nuvoloso. La mappa meteo di quel giorno sarà utile anche per capire quali tipi di sistemi nuvolosi erano presenti in quel giorno dal momento che, in generale, per produrre nuvole l'aria deve salire e sistemi e fronti di bassa pressione sono le aree più probabili per la formazione di nuvole.

Si noti il gran numero di caselle grigie vicino al centro dello Stato dell'Ohio nella mappa qui sopra. Dalla legenda vediamo che questi indicano le aree di cielo overcast. Ci sono poche stazioni vicine che non sono overcast, incluse una di cielo oscurato, una di cielo broken e una di cielo scattered. Forse una tempesta sta colpendo una zona abbastanza vasta di nord Ohio e Pennsylvania occidentale. A ovest di questa zona, le osservazioni sono in gran parte di cielo sereno. Lo stesso vale sul bordo più orientale della mappa, dove i cieli sono prevalentemente sereni. Si noti come le osservazioni siano simili le une alle altre all'interno di una regione.

Ogni osservazione di copertura nuvolosa contiene anche una osservazione sul tipo di

nubi, quando gli studenti identificano ciascuno dei dieci possibili tipi di nuvole presenti. Fare una mappa di tali osservazioni sarebbe molto complicato, dato che ci sono così tante combinazioni possibili. Le mappe GLOBE di copertura nuvolosa sono disegnate dividendo tutti i tipi di nuvole nelle loro categorie di altezza - basso, medio e alto - e combinazioni di questi. Vedere la Figura AT-CL-3.

Concentriamoci sull'est dell'Ohio, ancora una volta. Da notare che quasi tutte le osservazioni sono di colore rosso, con un paio di quadratini verdi, un paio di quadratini blu e un quadrato viola. La legenda della mappa mostra che aree rosse sono nuvole basse (L), aree verdi sono nubi medie (M), e le aree blu sono nuvole alte (H). L'area viola corrisponde a osservazioni delle nubi alte e basse (L + H) messe insieme. Ancora una volta, le osservazioni sono generalmente simili tra loro, con la maggior parte delle scuole GLOBE che riportano che erano presenti nubi basse.

Se si guarda al bordo orientale della mappa, ci sono molte scuole che riportano nubi alte, nubi medie e superiori, o nubi basse e alte. Forse queste scuole sono sul percorso delle tempeste che si stanno muovendo dall'est dell'Ohio.

Un Esempio di una indagine di ricerca per studenti

Progettazione di una indagine

Natalie si è sempre interessata alle nuvole. Lei sta sempre a disegnarle e con le forme costruite dalla sua mente. Natalie è uno degli studenti volontari della sua classe che prendono misure GLOBE dell'Atmosfera e a cui piace molto osservare le nuvole. Natalie decide di fare il suo diagramma delle nuvole per la classe, con batuffoli di cotone, carta bianca, carta da costruzione blu e colla. Il suo insegnante decide di fare del suo il progetto della classe; insieme fanno su una tavola una bella mostra con esempi di copertura nuvolosa (dal Activity Nuvola Stima Copertura Learning) e con le immagini di ciascuna dei dieci tipi di nuvole.

Natalie si chiede se il cielo che si vede è lo stesso che vedono nelle scuole vicinanze. La classe decide di confrontare ogni giorno le proprie osservazioni ogni con quelle di altre due scuole nella loro zona, un'altra scuola elementare e una scuola media. Alcuni bambini pensano che si tratti di un gioco che

deve essere vinto trovando la maggior parte dei tipi nuvole, ma l'insegnante corregge subito questa idea. Dice agli studenti che la classe sta raccogliendo dati che gli scienziati useranno nel lavoro di ricerca, e che è importante fare bene questo lavoro. Gli studenti ci danno dentro e fanno un buon lavoro raccogliendo le loro osservazioni.

Raccolta e analisi dei dati

Dopo che hanno fatto le loro osservazioni per circa tre settimane, gli studenti utilizzano lo strumento di visualizzazione GLOBE per trovare altre scuole vicine con molte osservazioni sulle nuvole. Decidono di limitare la ricerca alle scuole che si trovano nel raggio di 50 km dalla propria e trovano altre 7 scuole. Uno degli studenti ha una sorella maggiore che frequenta una scuola media che hanno trovato, e un altro che frequentato un'altra scuola elementare lo scorso anno, in modo da scegliere quelle due scuole.

Gli studenti decidono di confrontare i dati stampando prima, per ogni giorno, le mappe di copertura nuvolosa e il tipo di nube. Utilizzando queste mappe, trovano che le osservazioni di copertura nuvolosa delle scuole vicine non sono sempre uguali a quelle che hanno fatto loro .. In particolare, l'altra scuola elementare, che è vicina alle montagne, sembra avere sempre più copertura nuvolosa e più osservazioni di nubi cumuliformi di quelle della scuola di Natalie. Decidono che questa sarà una buona ricerca. La scuola media riporta osservazioni sulle nuvole, simili alle loro.

Gli studenti si informano sul tempo in montagna e scoprono che nelle zone montane di solito ci sono più nuvole, perché quando l'aria viene soffiata attraverso le montagne che deve salire in quota e l'aria ascendente spesso porta alla formazione di nubi. Poiché forti movimenti verso l'alto formano le nuvole, essi tendono ad essere cumuli e anche cumulonemi. Questo sembra spiegare ciò che stanno vedendo, e la signora Jones suggerisce di provare questa spiegazione.

Gli studenti si aspettano di trovare che le scuole GLOBE vicino alle montagne abbiano sempre più osservazioni di copertura nuvolosa e di nubi cumuliformi rispetto ad altre scuole più lontane dalle montagne. Dopo aver esaminato i dati per un anno

intero, gli studenti trovano i seguenti dati per 240 osservazioni:

	Natalie's school	Mountain View school
No clouds	15	10
Clear	33	27
Isolated	18	14
Scattered	32	35
Broken	64	66
Overcast	71	79
Obscured Sky	7	9

Dalla tabella risulta evidente che la scuola Mountain View ha più giornate *overcast* e meno giorni *clear* (o senza nuvole) della scuola di Natalie. Gli studenti sono felici di essere stati in grado di testare la loro spiegazione con le osservazioni.

La ricerca futura

Un'altra curiosità che osservano, con l'aiuto del loro insegnante, è il maggior numero di osservazioni di nubi basse (23 giorni in più con i tipi di nubi basse alla scuola Mountain View rispetto alla scuola di Natalie), ed essi si chiedono se siano cumulonemi o nubi cumuliformi? Inoltre si chiedono se la scuola di Mountain View abbia più precipitazioni della scuola di Natalie, dal momento che presenta più cumulonemi. Gli studenti sono pronti a cominciare la loro indagine successiva.

Figure AT-CL-2

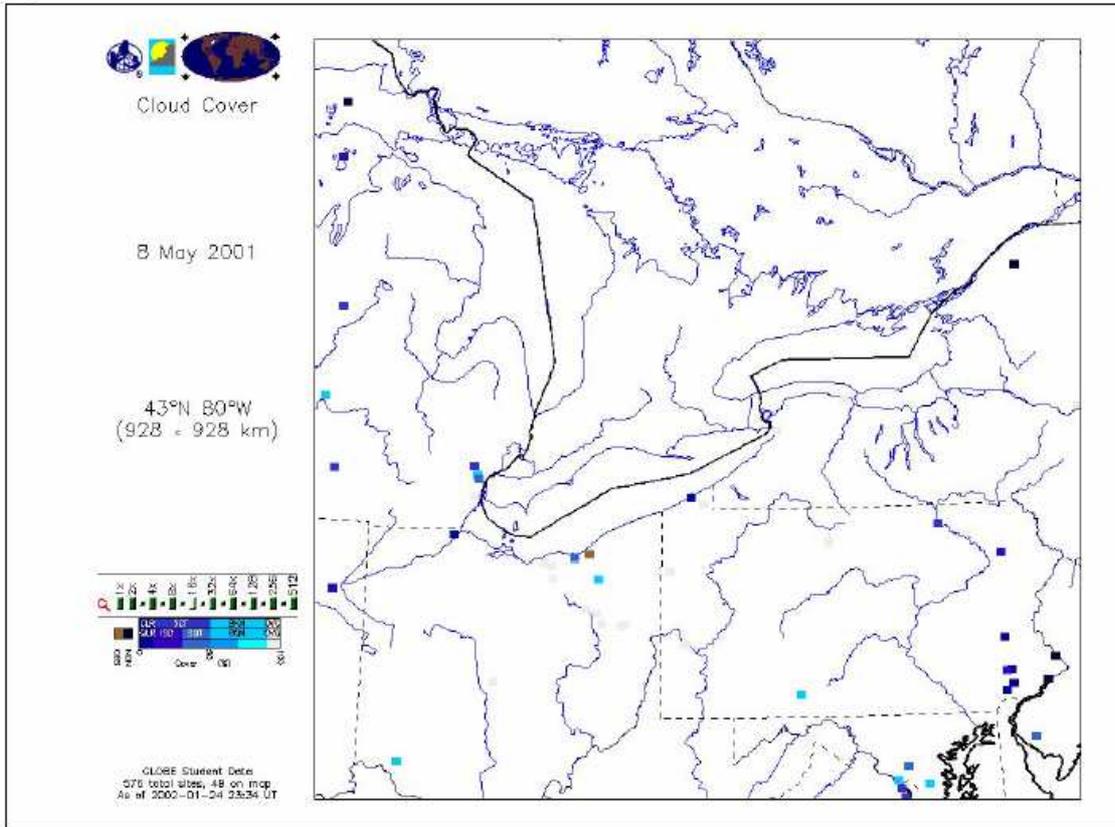


Figure A1-CL-3

