

## **Informazioni per il docente: sperimentare con il Cool City**

### **Lab**

### **(per principianti)**

#### 1. Misurazione della temperatura

I sensori di temperatura devono essere posizionati all'interno della scatola per controllare l'effetto all'interno, possono essere utilizzati sensori aggiuntivi come un termometro a infrarossi per studiare l'effetto dei flussi di energia sulla superficie. Si consiglia di utilizzare gli economici dispositivi iButtons per misurare la temperatura all'interno. Questi possono essere programmati e non c'è bisogno di aprire la scatola durante l'esperimento. In alternativa, i microcontrollori Arduino o Raspberry Pie sono una buona alternativa per misurare la temperatura all'interno della scatola.

#### 2. Importazione dei dati sulla temperatura in un foglio di calcolo

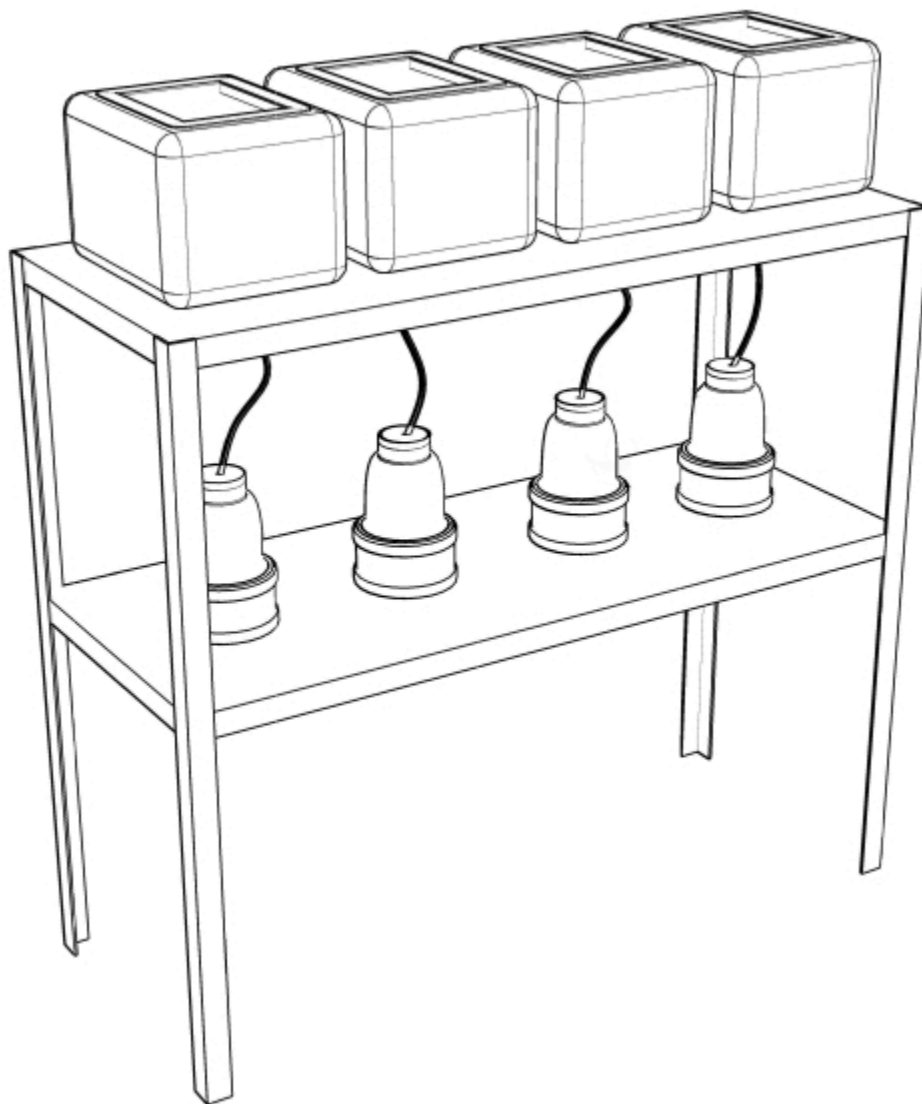
L'importazione dei dati in un software per fogli di calcolo da un file di testo generato dal termometro digitale (sensore) può essere difficile per alcuni studenti. Si può risparmiare tempo se viene fatto dall'insegnante.

#### 3. Controllo dei dati di temperatura

Oltre a controllare l'intervallo di temperatura ragionevole, dovrebbe essere controllato anche il corso della curva. Improvvisi cambiamenti di temperature o picchi nella curva aggiungono misurazioni errate.

Perché le superfici hanno temperature diverse e cosa significa questo per la città?

# Un esperimento con il Cool City Lab



Autori: Tim G. Reichenau, Karl Kemper, Karl Schneider



# 1. Cosa può essere esplorato con il Cool City Lab

Avete certamente camminato per la città in estate, attraverso strade strette, attraverso i parchi e forse passato una fontana o stagno.

Forse te lo ricordi, o, se fa caldo fuori in questo momento, puoi farlo di nuovo!

Vedrete che è più caldo sulla strada o in un parcheggio. Quando si cammina attraverso un parco, ci si sente molto più rinfrescati. Tuttavia, il bello è quando ci si ferma a una fontana. Qui si può spesso sentire una vera brezza fresca in estate. Questo solleva la domanda di ricerca "Perché si sente più caldo o più freddo in alcuni luoghi della città che in altri?".

Un'idea per spiegare questo è che potrebbe essere causato da diverse superfici del terreno come sabbia, pietre, prato, o asfalto. Nella scienza, chiamiamo l'idea di rispondere a una domanda di ricerca un'ipotesi. Pertanto, la nostra ipotesi è "Le diverse superfici della città lo fanno sentire più caldo o più freddo in alcuni luoghi che in altri". Con il Cool CityLab, vogliamo scoprire se la nostra ipotesi potrebbe essere corretta. Esporre diverse superfici al tempo per imitare i diversi luoghi.

Possiamo usare il Cool City Lab per studiare quali sono le differenze di temperatura. Studiamo diverse superfici come le troviamo in città: catrame/asfalto, pietre, sabbia ed erba (prato). Per scoprire le differenze, abbiamo messo queste superfici su scatole di polistirolo e messo l'esperimento all'esterno dove è esposto alle intemperie. A seconda della temperatura dell'aria, le superfici si riscaldano o si raffreddano. Il sole, la cui radiazione può essere sentita sulla pelle come calore, brilla sulle superfici. Inoltre, c'è la pioggia che rende le superfici bagnate e poi scorre in superficie. Nel Cool City Lab, misuriamo quanto è caldo all'interno delle scatole con le diverse superfici. Misuriamo anche la quantità di acqua tra le superfici. Alla fine, confrontiamo le temperature e le quantità di acqua di infiltrazione delle diverse superfici e cerchiamo di scoprire perché si sente in modo diverso il caldo in diversi luoghi della città.

Come si può lavorare con il Cool City Lab:

1. Se non è ancora stato fatto, costruire il Cool City Lab (le istruzioni di costruzione sono in materiale P30 della collezione PULCHRA dei materiali didattici). Se si dispone di un Cool City Lab già finito, guardare da vicino come è costruito e come funziona.
2. Eseguire l'esperimento come descritto nel capitolo 2. Ci vuole almeno una settimana.
3. Durante l'esecuzione dell'esperimento, leggere le informazioni su ciò che sta succedendo sulle superfici nel capitolo 3 e lavorare sulle attività. Questo include fare le proprie ipotesi.





4. Una volta terminato l'esperimento, inizia l'analisi delle misurazioni. Come si può fare è spiegato nel capitolo 4. Successivamente, si penserà anche a ciò che i risultati significano per le ipotesi.
5. Le temperature stanno cambiando e sta diventando sempre più caldo, in estate è spesso molto caldo. Ora che sai di più sul perché è più caldo in un posto rispetto ad un altro, si può concludere pensando a ciò che i risultati dell'esperimento potrebbero significare per la vostra scuola, città o casa. Per farlo, troverai suggerimenti e domande nel capitolo 5.

## 2. Esecuzione dell'esperimento

### Procedura

Per scoprire come le diverse superfici agiscono sulle temperature, il Cool City Lab deve essere allestito all'aperto, dove si possono vedere gli effetti del tempo reale. Dovrebbe essere allestito all'aria aperta, senza un tetto sopra di esso e con meno ombra possibile. L'esperimento dovrebbe essere impostato all'esterno per almeno una settimana per vedere le temperature di diversi giorni. Se possibile, l'esperimento dovrebbe essere eseguito più a lungo, fino a quattro settimane. E' meglio fare l'esperimento nelle calde giornate estive, quando gli effetti sono più forti. Tuttavia, puoi fare l'esperimento in tutte le stagioni.

Prima di iniziare l'esperimento, i sensori di temperatura devono essere impostati per effettuare misurazioni regolari. Alcuni tipi di sensori devono essere programmati. Altri richiedono la programmazione di un'unità di controllo, che è collegata ai sensori. Dipende dal tipo di sensore utilizzato.

Durante il periodo di misurazione, nulla dovrebbe essere modificato all'interno e sulle scatole, al fine di non confondere le misure. I coperchi devono rimanere chiusi e il Cool City Lab deve soggiornare nello stesso posto. Pertanto, ha senso effettuare l'esperimento in un cortile o in un'area recintata.

È importante che le quattro scatole siano sempre trattate esattamente allo stesso modo. In caso contrario, eventuali differenze che si trovano nelle misurazioni potrebbero esserci perché le caselle sono state gestite in modo diverso. Non sappiamo se una differenza sia causata dalla superficie della scatola o dal fatto che abbiamo fatto qualcosa di diverso con una scatola rispetto ad un'altra.

L'unico intervento consentito è l'irrigazione delle superfici se l'erba tende ad asciugarsi. In questo caso, tuttavia, la stessa quantità di acqua (ad esempio circa 200 ml al giorno con caldo) deve essere versata su tutte le scatole. L'acqua deve essere versata in modo tale che l'intera superficie sia uniformemente bagnata. Questo è importante per poter valutare correttamente la quantità di acqua nelle bottiglie di raccolta dell'acqua di infiltrazione in seguito.





### Dati di misurazione

Di solito le misurazioni della temperatura verranno eseguite automaticamente e i dati verranno salvati. Se esiste un modo per ottenere i dati misurati durante l'esecuzione dell'esperimento, una copia deve essere salvata in una posizione diversa. Se qualcosa va storto in seguito, hai ancora i dati salvati. Se i dati vengono salvati sul sensore di temperatura all'interno delle scatole, questo purtroppo non è possibile, perché le scatole non devono essere aperte durante l'esperimento.

Anche la quantità di acqua nelle bottiglie di raccolta dell'acqua di infiltrazione dovrebbe essere letta regolarmente, preferibilmente ogni giorno. È necessario immettere questi dati con attenzione in una tabella. Non dimenticare di notare anche la data e l'ora.

L'esperimento può essere valutato particolarmente bene se, oltre ai dati misurati nel Cool City Lab, si dispone anche di dati di misurazione sul tempo. Se si misura la temperatura dell'aria al di fuori delle scatole, si sa se è più caldo o più freddo all'interno delle scatole che all'esterno. Se si misura la quantità di pioggia, si sa quanta acqua è caduta sulle superfici e questo può essere confrontato con la quantità di acqua nelle bottiglie di raccolta dell'acqua di infiltrazione. Può anche essere interessante quanta radiazione solare ha raggiunto l'esperimento o quanto fosse nuvoloso.

Per misurare la temperatura dell'aria con un piccolo sensore di temperatura come quelli utilizzati nel Cool City Lab, è necessario uno scudo anti radiazioni, che è possibile costruire da soli come mostrato nel materiale P35 della collezione PULCHRA dei materiali didattici.

## 3. Cosa succede alle superfici?

Per valutare e comprendere i dati misurati, è necessario comprendere cosa accade sulle superfici. Nella scienza, chiamiamo le cose che accadono processi.

### Riflessione

La riflessione avviene, quando una parte della radiazione che arriva a una superficie torna indietro. Questo è paragonabile a uno specchio. La misura per la frazione di radiazione riflessa da una superficie è chiamata albedo. Se si punta la torcia accesa contro una parete luminosa al buio, la luce torna indietro, si riflette e l'intera stanza è illuminata. Ciò significa che il muro ha un alto albedo. Tuttavia, se si brilla contro una parete nera, c'è molto meno riflesso della luce. Sembra che il muro "inghiottisce" la luce. Ciò significa che il muro ha un albedo basso.

La luce è una forma di energia. Un termine migliore è la radiazione a onde corte: la luce si riferisce solo alla parte che vediamo mentre la radiazione a onde corte si riferisce a tutta l'energia proveniente dal sole e che arriva sulla superficie. Ma dove va l'energia / luce se non si riflette?

Viene convertito in calore. Ecco perché diventa caldo in un'auto nera d'estate, mentre rimane molto più fresco in un'auto bianca.





## Evaporazione

Se si lascia un bicchiere d'acqua, l'acqua diventerà sempre meno nel tempo. Evapora. Qual è la forza che fa evaporare l'acqua?

Quando è caldo, l'acqua evapora più velocemente di quando è freddo, come chiunque sia mai stato al sole con costumi da bagno bagnati sa che di solito sembra abbastanza freddo! Allora, cosa fai invece quando esci dall'acqua dopo aver nuotato? Prima ti asciughi! Perché, se si sta fuori dall'acqua con un corpo bagnato, improvvisamente diventa incredibilmente freddo, nonostante il sole.

La radiazione del sole in sé non è calda, quando raggiunge la terra. Prima di tutto, porta energia sulla terra. Questa energia può essere utilizzata per diversi processi come il riscaldamento della superficie, l'evaporazione dell'acqua o semplicemente la riflessione nell'atmosfera. Quando l'acqua evapora, cambia da liquido allo stato gassoso. Questo cambiamento di stato richiede energia. Ma l'energia non può mai essere distrutta, può solo cambiare forma. Così, l'energia necessaria per far evaporare l'acqua è nascosta nello stato dell'acqua. Questa energia è chiamata energia latente o calore latente.

Il processo di assorbimento dell'energia solare e della sua conversione in una forma diversa è chiamato assorbimento. Quando il sole colpisce una superficie asciutta, questa superficie si riscalda. In una giornata di sole, si può sentire questo sulla pelle. Così, questo flusso di energia è chiamato flusso di calore ragionevole. La radiazione viene convertita in energia termica sulla pelle.

Tuttavia, se la pelle è bagnata, i raggi solari colpiscono prima l'acqua sulla pelle, dove l'energia viene utilizzata per far evaporare questa acqua. Il processo di evaporazione toglie anche calore dalla pelle e si ottiene freddo. Quindi, i flussi di calore sensibile e di calore latente in genere accadono allo stesso tempo.

Così ora sappiamo che l'evaporazione raffredda perché il processo converte l'energia in calore latente che non sentiamo come calore sensibile.

Un processo in cui l'acqua evapora si verifica anche nelle piante. L'evaporazione raffredda la superficie e quindi una pianta dal surriscaldamento del sole. Quando l'acqua evapora dalla superficie, le piante assorbono acqua, attraverso le radici, dal suolo. Questo è paragonabile a una cannuccia dove l'evaporazione sta succhiando sull'estremità superiore e l'acqua viene presa all'estremità inferiore. Poiché può essere controllato dalla pianta, l'evaporazione dalle foglie ha un nome diverso. Si chiama traspirazione. La traspirazione produce un flusso d'acqua dal terreno attraverso la pianta nell'atmosfera. Questo flusso trasporta anche sostanze nutritive dal suolo alla pianta. Le piante possono prendere acqua da una profondità considerevole, profondità raggiunta dalle loro radici. L'evaporazione può prendere acqua solo dalla superficie.

## Altri moti dell'acqua

Quando piove, l'acqua non rimane semplicemente su una superficie. Scompare nel tempo anche quando non evapora. Utilizzando il materiale P19 della collezione PULCHRA di materiali didattici, si può pensare a dove va l'acqua e cosa gli succede. Lettura in seguito.





Allora, dove va l'acqua che raggiunge una superficie quando piove?? Durante la pioggia, non può evaporare poiché l'aria contiene già tutta l'acqua che può eventualmente contenere. O la pioggia s'infiltra attraverso la superficie (infiltrazione), o se piove molto forte o il terreno è completamente pieno d'acqua, scorre in superficie (deflusso superficiale).

Se l'acqua può infiltrarsi e quanta acqua può infiltrarsi dipende da quanti pori (o fori) ci sono nel terreno e come questi pori trasportano l'acqua verso il basso. Alcune superfici non hanno pori oppure i pori non sono collegati in modo da far infiltrare l'acqua. Qui l'acqua non può infiltrarsi. Chiamiamo questi "terreni sigillati o superfici sigillate".

Una superficie sigillata si asciuga rapidamente dopo una pioggia e si scalda quando il sole splende. Andare a piedi nudi in una giornata di sole è molto più piacevole su un prato che su una superficie asfaltata. Il prato lascia infiltrare l'acqua che può poi evaporare, la superficie asfaltata non lo fa.

### Attività

Riunirsi in gruppi di due o tre persone. La metà dei gruppi lavorerà sul compito 1, l'altra metà sul compito 2.

1. Crea un disegno che mostra cosa accade alla radiazione solare quando raggiunge una superficie. Inoltre, pensate a cosa succede alla superficie. Etichettare il disegno.
2. Crea un disegno che mostra tutti e tre i moti illustrati dell'acqua ed etichetta il disegno.

Ora trova un gruppo di partner che ha lavorato sull'altra attività. Spiega il tuo disegno all'altro gruppo.

Successivamente, guarda le quattro scatole del Cool City Lab e ...

3. ... discutete insieme al vostro gruppo di partner su come le vie dell'acqua differiscono tra le scatole. Pensa a ciò che hai imparato sulle radiazioni e sulla riflessione.
4. ... discutete insieme al vostro gruppo di partner su come le radiazioni e la riflessione differiscono tra le scatole. Pensa a quello che hai scoperto sui moti dell'acqua.
5. ... fai delle ipotesi per le domande che seguono:
  - a) In quale scatola le temperature saranno più alte?
  - b) In quale scatola, la maggior parte dell'acqua di infiltrazione si accumula nella bottiglia di raccolta dell'acqua di infiltrazione?Può aiutare a valutare come sarebbe la situazione se ci fossero solo radiazioni o solo acqua. Quindi provare a combinare i due.

**Annotare i risultati del vostro lavoro.**





## 4. Analisi delle misurazioni

### Preparazione dei dati di misurazione

Prima di poter iniziare l'analisi effettiva, i dati di misurazione devono essere preparati. Il modo più semplice per eseguire questa operazione consiste nell'utilizzare un software per fogli di calcolo in un computer, ad esempio Open Office, Microsoft Excel o altri .. **Ricordati di scrivere sempre quello che hai fatto con i dati.**

Quando si utilizza un termometro digitale, le misurazioni sono spesso già fornite in una forma leggibile dal computer, cioè in un file digitale.

1. In un primo momento, importare i dati di temperatura in un software foglio di calcolo. Assicurarsi che i numeri e il timestamp (data e ora) vengano visualizzati correttamente nel foglio di calcolo.
2. Organizzare i dati in modo che una colonna mostri il timestamp delle misurazioni e le altre quattro mostrino la temperatura misurata delle quattro scatole. È possibile colorare le colonne come i colori delle scatole.
3. Visualizzare i dati come curve in un diagramma. Sull'asse x del diagramma (asse orizzontale, in basso) si ha il punto del tempo e sull'asse y (asse verticale, lato sinistro) c'è la temperatura misurata. È consigliabile visualizzare le temperature di tutte e quattro le scatole in un unico diagramma, per semplificarne il confronto.

Ora, i dati sull'acqua di infiltrazione devono essere preparati. Presumibilmente, questi dati sono stati letti dalle bottiglie di raccolta dell'acqua di infiltrazione in diversi punti del tempo e sono stati scritti in una tabella.

4. Trasferire i dati in un foglio vuoto nel file del foglio di calcolo. Consentire a un'altra persona di controllare i dati trasferiti confrontandoli con la tabella scritta. Prestare attenzione per non commettere errori. Prestare particolare attenzione alle cifre trasposte, cioè i numeri che sono mescolati nel loro ordine.
5. Visualizzare i dati dell'acqua di infiltrazione come un diagramma come si è fatto con i dati di temperatura.

Forse è stato possibile misurare ulteriori dati meteorologici come la temperatura dell'aria, le precipitazioni o le radiazioni. In caso contrario, è possibile saltare i punti successivi.

6. Inoltre, importa i dati meteo nel file del foglio di calcolo, nella migliore delle ipotesi su un nuovo foglio.
7. Visualizzare i dati meteo come diagrammi.
8. Aggiungere la temperatura dell'aria misurata al diagramma del punto 3. Facendo questo, si può facilmente vedere la temperatura nelle scatole rispetto alla temperatura dell'aria.
9. Aggiungere la precipitazione misurata al diagramma del punto 5. Facendo questo, si può vedere come la quantità di acqua di infiltrazione si è sviluppata rispetto alle precipitazioni.







Gli errori non si verificano solo durante la lettura della quantità di acqua di infiltrazione. Anche le misurazioni elettroniche possono essere sbagliate. Pertanto, il passaggio successivo consiste nel controllare i dati, per assicurarsi che solo i dati validi siano inclusi nell'analisi.

10. In primo luogo, controllare i dati di temperatura se sono ragionevoli e se superano l'intervallo previsto. Pensate a quale range di temperatura può ragionevolmente verificarsi e discutete con gli altri. Eliminare i dati errati dalla tabella e prendere nota dei dati eliminati e del motivo.
11. Per l'acqua di infiltrazione, è meglio controllare il corso della curva. Dal momento che l'acqua può solo andare nella bottiglia, ma non può "scompare", la quantità di acqua può solo aumentare o rimanere la stessa. Se questo non è il caso, in qualsiasi punto della curva, la misurazione deve essere controllata di nuovo. Se il valore nel foglio di calcolo è lo stesso di quello scritto in tabella, deve essere eliminato.

La preparazione dei dati è conclusa, ora ed è possibile procedere con l'analisi.

### Analisi delle misurazioni

Ti ricordi ancora l'inizio? Si trattava di temperature diverse in diverse parti della città. L'ipotesi era che a causa di superfici diverse luoghi diversi hanno temperature diverse. Ecco perché il Cool City Lab è costituito da quattro scatole con superfici diverse. Il passo successivo è ora quello di imparare qualcosa sulle temperature e le superfici dalle misurazioni. **Ancora una volta, ricordati sempre di scrivere ciò che hai scoperto.**

Iniziamo con i dati di temperatura. Dai un'occhiata alle curve nel diagramma e prova a rispondere alle seguenti domande:

- Qual è il corso delle curve nel tempo? C'è qualcosa che accade ripetutamente per tutte le scatole? Se sì, come può essere spiegato questo corso regolare?
- In che modo le curve delle singole scatole si confrontano tra loro? Dov'è più caldo, dove più freddo? Ciò è sempre lo stesso, o cambia nel tempo??
- A che ora le differenze tra le scatole sono più grandi, a che ora sono più piccole?
- Se possibile, come si confronta l'andamento della temperatura delle scatole con l'andamento delle temperature dell'aria?

Le stesse domande sorgono per l'acqua di infiltrazione:

- Qual è l'andamento delle curve nel tempo? C'è qualcosa che accade ripetutamente per tutte le scatole? Se sì, come può essere spiegato questo corso regolare?
- In che modo le curve delle singole scatole si confrontano tra loro? Dove c'è più acqua di infiltrazione, dove meno? Ciò è sempre lo stesso, o cambia nel tempo??
- A che ora le differenze tra le scatole sono più grandi, a che ora sono più piccole?
- Se applicabile, come si confronta l'andamento dell'acqua di infiltrazione con quello delle precipitazioni?

Il passo successivo è quello di combinare ciò che hai imparato per le misurazioni della temperatura e dell'acqua di infiltrazione e ciò che hai imparato sui processi.





- Leggete di nuovo nel capitolo 3 ciò che avete imparato sui processi.
- Riesci a vedere una connessione tra le temperature e l'acqua di infiltrazione?
- Puoi spiegare perché è più caldo in una scatola che in un'altra?
- Puoi spiegare perché c'è più acqua di infiltrazione in una scatola che in un'altra?

Infine, ricordati che si tratta di testare le ipotesi utilizzando le misurazioni.

- In primo luogo, ricordare le ipotesi che hai scritto quando si lavora sul capitolo 3.
- Le misurazioni confermano la tua ipotesi sulle temperature più elevate?
- Le misurazioni confermano la tua ipotesi sulla più grande quantità di acqua di infiltrazione?
- Che dire dell'ipotesi generale che "le diverse superfici della città fanno sentire più caldo o più freddo in alcuni luoghi che in altri"? Puoi confermare questa ipotesi?

## 5. Utilizzo dei risultati

Le temperature sono diventate una questione importante negli ultimi anni. Il cambiamento climatico sta causando l'aumento delle temperature sulla terra. Naturalmente, questo influisce anche sulle temperature negli edifici. Certamente, è diventato anche caldo nel vostro edificio scolastico in estate

Inoltre, è più caldo in città rispetto al paese. È possibile trovare indizi sul perché. Questo è il caso di spiegare ciò che hai imparato. Il cambiamento climatico, quindi, ha un forte effetto nelle città. Questo può essere un problema per le persone che vivono lì, perché possono sorgere problemi di salute se è troppo caldo.

Pertanto, si pone la domanda, cosa si può fare per evitare che gli edifici o l'intera città si surriscaldino così tanto. Pensate ai risultati dell'esperimento con il Cool City Lab. Cosa potrebbe essere usato per ridurre il riscaldamento della città in estate?

Ecco alcune domande che potrebbero darti alcune idee:

Quale può essere il ruolo degli spazi verdi e dei corridoi d'aria fresca?

Quale può essere il ruolo dei tetti, il loro colore e il loro materiale?

Come si può cambiare l'albedo della città?

Quale può essere il ruolo dell'acqua?

Molte considerazioni su queste questioni e sulle idee per risolvere il problema del calore sollevano nuove domande. Spesso è difficile rispondere a queste domande da parte tua. Pensa a chi potrebbe avere conoscenze su questa tematica. Avvicinati ad altri che potrebbero essere buoni consiglieri. Contatta queste persone per presentare le tue idee e ottenere risposte alle tue domande.





Se hai una buona idea e hai imparato molto sull'argomento dalle risposte dei tuoi consulenti, puoi continuare a pensare a come potresti rendere la tua idea una realtà. Ancora una volta, sorgono molte domande:

È possibile fare in modo semplice quello che propongo con la mia idea?

Ho forse bisogno del permesso per farlo?

Quanto costerebbe attuare la mia idea e chi la pagherebbe?

Ancora una volta, è bene chiedere a coloro che sono esperti in materia. Potrebbe trattarsi dell'amministrazione locale, di un politico o di un'organizzazione che si occupa del futuro sviluppo delle città. Architetti e urbanisti hanno anche familiarità con questi argomenti.

Scrivi tutto quello che hai scoperto sulle temperature in città e sulle idee di come mantenerle più basse in estate. È inoltre possibile creare uno o più poster sui risultati. Alla fine, vogliamo presentare i risultati a scuola. Inviteremo genitori e ospiti alla presentazione. Forse ci sarà anche il sindaco.

