PROGRAMMA DI STUDI DI STEAMCITY

DAI MURI CALDI ALLE CITTÀ FREDDE

Indagine sull'isolamento e la perdita di calore urbano

tematico: energia ed efficienza energetica

Introduzione

La sfida di ridurre il consumo energetico e migliorare il comfort termico negli edifici è fondamentale per gli obiettivi globali di sostenibilità ed efficienza energetica. Gli edifici consumano una parte sostanziale dell'energia globale e un migliore isolamento porta direttamente a risparmi energetici, riduzione delle emissioni di gas serra e mitigazione dei cambiamenti climatici. Edifici ben isolati ed efficienti dal punto di vista energetico creano anche ambienti di vita più sani mantenendo temperature interne costanti.

In questa attività basata sulla ricerca, gli studenti progettano e testano soluzioni di isolamento. Esplorano i principi di trasferimento del calore, la conservazione dell'energia tramite isolamento e il modo in cui le proprietà dei materiali influenzano le prestazioni termiche. Attraverso esperimenti pratici, misurano l'effetto dell'isolamento sulla stabilità della temperatura, modellando la gestione energetica degli edifici nel mondo reale.

Questa attività combina l'esplorazione scientifica delle proprietà termiche con applicazioni pratiche alle sfide globali. Gli studenti sviluppano capacità di pensiero critico mentre collegano i concetti della classe a questioni ambientali e sociali, promuovendo l'apprezzamento per le pratiche sostenibili nella vita quotidiana e nell'ingegneria futura.

Questa attività è direttamente collegata a diversi Obiettivi di sviluppo sostenibile (SDG) delle Nazioni Unite:

- **Obiettivo di sviluppo sostenibile 7:** Energia pulita e accessibile: gli studenti imparano come l'isolamento riduce le esigenze di riscaldamento e **raffreddamento, rendendo l'energia più accessibile attraverso semplici interventi.**
- **Obiettivo di sviluppo sostenibile 11:** Città e comunità sostenibili: la progettazione di edifici efficienti dal punto di vista energetico rafforza la sostenibilità e la resilienza urbana.
- **Obiettivo di sviluppo sostenibile 13:** Lotta per il clima: ridurre il consumo energetico degli edifici riduce l'impronta di carbonio e favorisce la mitigazione del clima.

Interdisciplinarità

fisica

ingegneria

Obiettivi di sviluppo sostenibile

Panoramica

Struttura del protocollo

L'esperimento consiste in quattro passaggi chiave che aiutano gli studenti a comprendere progressivamente l'isolamento termico, dalla teoria alle applicazioni nel mondo reale. Ecco lo schema del corso:

1. **Fase 1 - Indagine sul clima interno: collegamento tra temperatura, umidità e comfort - Introduzione all'isolamento termico e formulazione di ipotesi: g**li studenti esplorano i principi dell'isolamento termico e apprendono i fattori che influenzano la perdita di calore, tra cui conduttività termica, resistenza e materiali da costruzione. Lavorando insieme, formulano ipotesi sulle proprietà isolanti di diversi materiali e sulle loro prestazioni nel mondo reale. Questa fase include discussioni sul trasferimento di calore, l'isolamento e l'efficienza energetica, insieme allo sviluppo di domande di ricerca per future indagini.
2. **Fase 2 - Esplorazione dei materiali isolanti termici - Indagine di laboratorio:** in questa fase pratica, gli studenti misurano e confrontano la resistenza termica di vari materiali isolanti. Attraverso esperimenti controllati, testano diversi materiali, spessori e condizioni (ad esempio, asciutto vs. umido) per comprendere come ogni fattore influisce sul trasferimento di calore. Questo lavoro rafforza le loro competenze nella progettazione sperimentale, nella raccolta dati e nell'analisi, collegando al contempo la teoria alla pratica.
3. **Fase 3 - Applicazione delle conoscenze sull'isolamento termico a contesti reali:** gli studenti applicano i risultati dei loro laboratori in contesti reali utilizzando telecamere termiche e sensori per studiare la perdita di calore nelle loro case o negli edifici scolastici. Identificano e documentano aree di significativa perdita di calore, come pareti o finestre scarsamente isolate. Questa indagine pratica li aiuta a comprendere come funziona l'isolamento in ambienti complessi e reali.
4. **Fase 4 - Mappatura collaborativa della perdita di calore urbano:** nella fase finale, gli studenti ampliano la loro attenzione al livello della comunità conducendo una "passeggiata termica" nel loro quartiere o città. Utilizzando telecamere termiche, raccolgono dati da più edifici e creano una mappa collaborativa della perdita di calore urbano. Questa fase inserisce il loro apprendimento in un contesto sociale più ampio e li porta a proporre soluzioni pratiche per migliorare l'efficienza energetica in tutta la comunità.

Iniziare

Durata: questa attività è progettata per durare quattro sessioni, ciascuna dedicata a uno degli step.

Livello di difficoltà: *l'attività richiede agli studenti di impegnarsi sia nell'esplorazione teorica che nella sperimentazione pratica. Include anche l'uso pratico di strumenti di termografia e analisi dei dati* ★★★☆☆

Materiale necessario:

- Telecamere termiche o termometri a infrarossi.
- Materiali isolanti per esperimenti di laboratorio (ad esempio schiuma, cartone, lana, foglio di alluminio).
- Sensori di temperatura o termometri.
- Accesso alle mappe per annotare le osservazioni sulla perdita di calore urbano.
- Quaderni o strumenti digitali per la raccolta e l'analisi dei dati.

Glossario

Parole chiave e concetti	Definizioni
Isolamento termico	Materiali o tecniche utilizzati per ridurre lo scambio termico tra l'ambiente interno e quello esterno.
Conduttività termica (λ)	Misura della capacità di un materiale di condurre calore. Valori più bassi indicano migliori proprietà isolanti.
Resistenza termica (R)	Capacità di un materiale di resistere al flusso di calore, calcolata dividendo lo spessore del materiale per la sua conduttività termica.
Ponte termico	Aree di un edificio in cui l'isolamento è interrotto, causando maggiori velocità di trasferimento del calore.
Isola di calore urbano	Un fenomeno per cui le aree urbane sono più calde rispetto alle aree rurali circostanti a causa dell'assorbimento e della ritenzione del calore da parte di edifici e infrastrutture.
Perdita di calore	Trasferimento di calore dall'interno di un edificio all'ambiente esterno, in genere attraverso pareti, finestre, porte e tetti.
Immagini termiche	Utilizzo di telecamere a infrarossi per rilevare le variazioni di temperatura e visualizzare la dispersione di calore negli edifici.
Infiltrazione d'aria	Flusso incontrollato di aria esterna in un edificio attraverso fessure, crepe o aperture mal sigillate.
Valore R	Una misura dell'efficacia di un materiale isolante. Valori R più alti indicano un isolamento migliore.
Resistenza all'umidità	Capacità di un materiale di mantenere le sue proprietà isolanti quando esposto all'umidità o all'acqua.
Efficienza energetica	L'uso di tecnologie o pratiche volte a ridurre il consumo energetico mantenendo i livelli di prestazione desiderati.
Sostenibilità	Pratiche che soddisfano le esigenze attuali senza compromettere la capacità delle generazioni future di soddisfare le proprie, spesso legate alla tutela dell'ambiente.
Trasferimento di calore	Il movimento dell'energia termica attraverso conduzione, convezione o radiazione.
Retrofit dell'isolamento	Il processo di aggiunta o miglioramento dell'isolamento in un edificio esistente per migliorarne l'efficienza energetica.
Immagini termiche aeree	Una tecnica che utilizza droni o aerei per acquisire dati termici di grandi aree, come quartieri o città, per identificare le tendenze di dispersione del calore.

Protocollo

Fase 1 - Indagine sul clima interno: collegamento tra temperatura, umidità e comfort

Contesto e descrizione del problema da risolvere in questa fase: il clima interno si riferisce alle condizioni fisiche e ambientali all'interno di un edificio che influenzano il comfort, la salute e il benessere degli occupanti. Temperatura, umidità, qualità dell'aria e ventilazione sono i principali fattori misurabili, sebbene la loro percezione vari tra gli individui in base alle preferenze, all'abbigliamento, ai livelli di attività e allo stato di salute. Un clima interno ben regolato promuove il comfort e la salute. Tuttavia, ambienti interni scadenti possono innescare problemi di salute significativi. Un'elevata umidità favorisce la crescita di muffe e acari della polvere, fattori scatenanti comuni per asma e allergie. Al contrario, le condizioni secche possono irritare i sistemi respiratori e la pelle. L'esposizione a lungo termine a condizioni non ottimali, che siano troppo fredde, calde, secche o umide, può portare a problemi cronici come sforzo cardiovascolare, infezioni respiratorie e affaticamento mentale. Il clima interno è costituito da questi componenti interconnessi:

- **Temperatura**: il fattore principale del comfort termico. Temperature interne esterne di 20–25°C possono causare disagio, ridurre la produttività e mettere a dura prova la termoregolazione del corpo.
- **Umidità**: l'umidità dell'aria influisce sia sul comfort che sulla salute. L'intervallo ideale di umidità relativa è 40-60%. Al di fuori di questo intervallo, un'umidità elevata favorisce la crescita di muffe, peggiora le allergie e amplifica la percezione del calore, mentre un'umidità bassa provoca secchezza della pelle, degli occhi e delle mucose, aumentando il rischio di infezioni respiratorie.
- **Qualità dell'aria**: coinvolge inquinanti come particolato, composti organici volatili (VOC) e anidride carbonica. Una scarsa qualità dell'aria, spesso dovuta a ventilazione inadeguata, può causare la "sindrome dell'edificio malato" con sintomi come mal di testa, affaticamento e irritazione respiratoria.
- **Ventilazione**: consente il ricambio di aria fresca, rimuovendo gli inquinanti e mantenendo i livelli di ossigeno.

Questi elementi lavorano insieme. Ad esempio, un'elevata umidità può degradare la qualità dell'aria attraverso la crescita di muffe, mentre una scarsa ventilazione può intrappolare calore e inquinanti, peggiorando le condizioni interne. Il clima interno si estende oltre il comfort per influenzare la salute pubblica, l'uso dell'energia e la sostenibilità ambientale:

1. **Impatti sulla salute**: le cattive condizioni interne colpiscono in particolar modo i gruppi vulnerabili, come bambini, anziani e persone con patologie preesistenti. Gli ambienti freddi aumentano i rischi di malattie cardiovascolari e respiratorie, mentre il calore può causare disidratazione e colpo di calore. Una scarsa ventilazione e un'elevata umidità peggiorano allergie, asma e altre patologie croniche.
2. **Utilizzo energetico e implicazioni ambientali**: edifici scarsamente isolati richiedono un riscaldamento o un raffreddamento eccessivi, aumentando il consumo energetico e le emissioni di gas serra. Un migliore isolamento e l'ottimizzazione del clima supportano gli obiettivi di sviluppo sostenibile e di azione per il clima.
3. **Considerazioni economiche e di produttività**: gli ambienti interni non ottimali riducono la produttività di lavoratori e studenti, causando problemi di affaticamento e concentrazione. Nelle case, un controllo del clima inefficiente crea difficoltà finanziarie attraverso costi energetici elevati e spese sanitarie, soprattutto in edifici scarsamente isolati.

Obiettivi di apprendimento: esplorare l'interazione tra parametri fisici (temperatura, umidità) e livelli di comfort soggettivi. Comprendere il processo scientifico di raccolta e interpretazione dei dati ambientali.

Domande iniziali per suscitare interesse

Per collegare l'argomento alle esperienze quotidiane degli studenti, l'insegnante può chiedere:

- **Hai mai notato che alcune stanze sembrano "soffocanti" o scomode anche quando la temperatura sembra buona? Cosa potrebbe causarlo?**
- **In che modo l'ambiente interno influisce sul tuo umore o sulla tua capacità di concentrazione?**

- **Perché pensi che alcune case abbiano bisogno di molto riscaldamento o raffreddamento per rimanere confortevoli, mentre altre no?**

Queste domande incoraggiano gli studenti ad attingere alle proprie osservazioni ed esperienze, preparando il terreno per un'esplorazione basata sulla ricerca delle dinamiche del clima interno.

Concettualizzazione

In questa fase, gli studenti esploreranno i concetti chiave sul clima interno e i suoi effetti sul comfort e sulla salute. Per sviluppare ipotesi significative, devono comprendere le basi del comfort termico, dell'umidità, della ventilazione e di come questi fattori interagiscono. Spiegazioni chiare forniranno agli studenti il vocabolario e la struttura necessari per la loro indagine. Gli studenti esamineranno questi concetti fondamentali del clima interno e del comfort:

1. **Comfort termico**: l'equilibrio tra fattori ambientali (temperatura, umidità, movimento dell'aria) e fattori personali (abbigliamento, livello di attività) e il modo in cui interagiscono per influenzare il comfort.
2. **Livelli di umidità**: comprendere come i diversi livelli di umidità influenzano il comfort e la salute:
   - Bassa umidità: provoca secchezza della pelle, problemi respiratori e disagio.
   - Elevata umidità: favorisce la proliferazione di muffe e acari della polvere, provocando allergie e senso di soffocamento.
3. **Ventilazione**: il modo in cui la circolazione dell'aria mantiene stabili la temperatura e l'umidità, rimuovendo al contempo gli agenti inquinanti.
4. **Impatto sulla salute**: comprendere come un cattivo clima interno possa causare problemi respiratori, affaticamento cardiaco e riduzione delle prestazioni mentali.

Gli insegnanti dovrebbero collegare questi concetti alle esperienze quotidiane degli studenti, come i cambiamenti stagionali nel comfort domestico o le variazioni tra le stanze.

Domande e ipotesi di ricerca: gli studenti svilupperanno domande di ricerca specifiche. Una domanda di ricerca ben formulata definisce chiaramente lo scopo dello studio e guida la successiva formazione dell'ipotesi. Le domande di ricerca campione possono essere:

- Come variano i livelli di temperatura e umidità nelle varie stanze di una casa?
- In che modo la ventilazione influisce sulla stabilità della temperatura e dell'umidità nel tempo?
- Quali fattori influiscono sui livelli di comfort nelle varie stanze della stessa casa?

Attraverso discussioni guidate, gli studenti condivideranno le osservazioni e svilupperanno domande che accendono la loro curiosità. Dopo aver selezionato una domanda di ricerca, gli studenti collaboreranno per creare ipotesi verificabili. Una buona ipotesi fa una previsione chiara e verificabile. L'insegnante dovrebbe sottolineare che le ipotesi devono usare variabili misurabili. Ogni ipotesi affronta la domanda di ricerca e la verifica può portare a perfezionamenti della domanda originale come:

1. Per "In che modo i livelli di temperatura e umidità variano tra le varie stanze di una casa?":Ipotesi: le stanze più esposte alla luce solare avranno temperature più elevate e livelli di umidità più bassi rispetto alle stanze in ombra.
2. Per "In che modo la ventilazione influisce sulla stabilità della temperatura e dell'umidità nel tempo?" Ipotesi: le stanze con una migliore ventilazione presenteranno livelli di temperatura e umidità più stabili rispetto agli spazi scarsamente ventilati.
3. Per "Quali fattori influenzano i livelli di comfort nelle stanze della stessa casa?" Ipotesi: le stanze con livelli di umidità più elevati saranno meno confortevoli, indipendentemente dalla temperatura.

Per ogni ipotesi, gli studenti dovrebbero identificare queste variabili chiave:

- **Variabili indipendenti**: fattori da modificare o confrontare (stato di ventilazione, esposizione alla luce solare, qualità dell'isolamento)
- **Variabili dipendenti**: risultati da misurare (ad esempio, temperatura, umidità, comfort percepito)

- **Variabili controllate**: fattori da mantenere costanti (ad esempio, ora del giorno, posizionamento del sensore)

Incoraggiare il pensiero critico e il dibattito: gli studenti dovrebbero esplorare diverse prospettive e mettere in discussione le proprie ipotesi: i materiali da costruzione o la disposizione dei mobili potrebbero influenzare la temperatura o l'umidità? Perché persone diverse potrebbero sperimentare il comfort in modo diverso? Le nostre misurazioni di temperatura e umidità catturano tutte le variazioni importanti? Gli studenti dovrebbero collegare la loro ricerca a sfide più ampie: in che modo un migliore controllo del clima interno può ridurre il consumo di energia e migliorare la sostenibilità? Quali soluzioni potrebbero creare ambienti più sani in case scarsamente isolate? In che modo queste scoperte dovrebbero modellare la progettazione di edifici a risparmio energetico? Queste connessioni mostrano agli studenti come il loro lavoro si relaziona a problemi del mondo reale e incoraggiano un'analisi più approfondita delle loro ipotesi.

Guidare gli studenti nella comprensione dei concetti fondamentali, nello sviluppo di domande di ricerca chiare e nella creazione di ipotesi verificabili. Attraverso discussioni e dibattiti collaborativi, preparano gli studenti all'indagine. Questo lavoro di base assicura che gli studenti siano pronti a testare le loro ipotesi ed esplorare le dinamiche del clima interno nella fase successiva

Indagine degli studenti

In questa fase, gli studenti progetteranno e allestiranno esperimenti per testare le loro ipotesi su come la temperatura, l'umidità e altri fattori del clima interno influenzano i livelli di comfort in diverse aree delle loro case. L'insegnante aiuterà gli studenti a sviluppare un protocollo chiaro e pratico, incoraggiando al contempo il pensiero critico e il rigore scientifico. Prima di iniziare gli esperimenti, gli studenti esamineranno la letteratura pertinente per comprendere meglio i fattori del clima interno e del comfort. Le risorse chiave includeranno articoli scientifici sugli standard di comfort termico, guide tecniche sulla misurazione della temperatura e dell'umidità e casi di studio e infografiche che mostrano gli effetti del clima interno sulla salute e sull'uso dell'energia. Questa ricerca di base rafforzerà la loro indagine e li aiuterà a contestualizzare le loro scoperte all'interno di conoscenze scientifiche consolidate.

Definire il protocollo sperimentale: un protocollo sperimentale ben progettato è essenziale per risultati affidabili e riproducibili. Ecco gli elementi chiave da considerare attraverso due protocolli di sperimentazione di esempio:

Protocollo 1 - Obiettivo dello studio: indagare in che modo le variazioni di temperatura e umidità nelle diverse stanze influiscono sui livelli di comfort percepiti.

Ipotesi: gli ambienti con livelli di umidità più elevati saranno percepiti come meno confortevoli, indipendentemente dalla temperatura.

Durata dello studio: una settimana di raccolta dati, con tre misurazioni giornaliere (mattina, pomeriggio e sera).

Metodo di raccolta dati:

- Misurazioni quantitative: posizionare i sensori di temperatura e umidità in tre punti: camera da letto, bagno e soggiorno. Mantenere un posizionamento coerente dei sensori per evitare distorsioni. Registrare le misurazioni a orari fissi per tracciare gli schemi giornalieri.
- Osservazioni qualitative: registrare i livelli di comfort utilizzando semplici descrittori: "confortevole", "troppo secco" o "troppo umido". Documentare le condizioni ambientali (stato delle finestre, stato del riscaldamento, esposizione alla luce solare).

Utilizzo dei dati:

- Archiviazione dei dati: registra tutte le misurazioni in una tabella strutturata:

Data/Ora	Camera	Temperatura (°C)	Umidità (%)	Comfort percepito	Note ambientali
07/01 - 8 AM	Camera da letto	18°C	55%	Comodo	Riscaldamento acceso, tende chiuse
07/01 - 20:00	Bagno	22°C	70%	Troppo umido	Finestra chiusa, nessuna ventilazione

- Analisi dei dati: confronta temperatura e umidità tra le stanze, correlandole con le valutazioni di comfort. Utilizza strumenti statistici per identificare modelli (medie, intervalli, correlazioni).

Interpretazione e valutazione:

- Valutare se i dati supportano l'ipotesi esaminando la relazione tra umidità e livelli di comfort.
- Identificare i modelli correlati agli effetti della ventilazione e dell'isolamento sul clima interno.

Presentazione dei risultati:

- Generare rappresentazioni visive (grafici a barre, grafici a linee) che mostrano i modelli di temperatura e umidità con valutazioni del comfort.
- Creare una presentazione concisa evidenziando le scoperte principali e le loro implicazioni per il miglioramento del clima interno.

Protocollo 2 - Obiettivo dello studio: indagare in che modo la ventilazione influenza la stabilità della temperatura e dell'umidità in stanze diverse.

Ipotesi: gli ambienti ventilati presenteranno minori fluttuazioni di temperatura e umidità rispetto agli ambienti non ventilati.

Durata dello studio: un periodo di due settimane, con dati raccolti ogni dieci minuti.

Metodo di raccolta dati:

- Misurazioni quantitative: utilizzare un sensore di umidità/temperatura in ogni posizione scelta. Mantenere un valore numerico per umidità e temperatura.
- Osservazioni ambientali: registrare i fattori ambientali rilevanti, come il tipo di parete, la posizione delle finestre, l'attività di ventilazione, ...
- Misurazioni qualitative: osservare e annotare la sensazione di comfort.

Utilizzo dei dati:

- Archiviazione dei dati: archivia i dati quantitativi in un file CSV, comprese le informazioni su data, ora, posizione e condizioni ambientali.
- Analisi dei dati: calcola le medie e le mediane di temperatura e umidità in diverse località. Crea grafici per visualizzare il livello di comfort e il collegamento con i fattori ambientali. Identifica le tendenze e discuti eventuali differenze notevoli.
- Confronto dei fattori: confronta visivamente il livello di comfort con temperatura e umidità e altri fattori registrati. Utilizza grafici semplici per evidenziare le tendenze generali tra questi indicatori. Discuti eventuali deviazioni da queste tendenze.
- Analisi di correlazione: calcola i coefficienti di correlazione tra il livello di comfort e la temperatura/umidità. Interpreta questi coefficienti per determinare quanto fortemente il livello di comfort sia correlato a ciascun asse di analisi. Discuti quali fattori potrebbero essere i più influenti.

Presentazione dei risultati: presentare i risultati sotto forma di grafici che mostrano la correlazione tra le variabili. Documentare l'intero protocollo in un'infografica che può essere condivisa con la classe, la scuola o sui social media.

Preparare l'allestimento sperimentale: Gli studenti collaboreranno in piccoli gruppi per definire i dettagli pratici del loro protocollo. Un'attenta preparazione dell'allestimento è essenziale per una raccolta dati affidabile. Ecco le considerazioni chiave:

- **Posizionamento del sensore:**
  - Altezza ottimale: posizionare i sensori a 1,5 m dal pavimento in modo che corrispondano all'altezza della persona seduta
  - Distanza dalle fonti di calore: mantenere almeno 1 m di distanza da radiatori, finestre e dispositivi elettronici
  - Posizione centrale: selezionare aree aperte lontano dagli angoli dove l'aria potrebbe ristagnare
- **Variabili di controllo:**
  - Periodo di misurazione: impostare fasce orarie coerenti (ad esempio, 8:00, 14:00, 20:00)
  - Condizioni meteorologiche: documentare le condizioni esterne con ogni misurazione
  - Occupazione della stanza: effettuare misurazioni durante modelli di occupazione simili
- **Integrità dei dati:**
  - Calibrazione: verificare la precisione del sensore prima di iniziare la serie di misurazioni
  - Doppia verifica: distribuisci più sensori per convalidare in modo incrociato le letture
  - Registro dettagliato: registra eventuali eventi insoliti o anomalie

Per programmare il sensore appropriato, fare riferimento a Implementazione pratica 1: Raccolta dati con il sensore di temperatura.

Il ruolo dell'insegnante è supportare questo processo incoraggiando gli studenti a pensare criticamente alle potenziali fonti di errore e ai modi per migliorare l'affidabilità delle misurazioni. Guidano anche le discussioni sull'importanza di una metodologia rigorosa nella scienza.

Approccio di apprendimento attivo: mentre gli studenti sono incoraggiati a progettare autonomamente il protocollo, l'insegnante svolge un ruolo cruciale come guida:

- Garantire che il protocollo sia in linea con gli standard scientifici per la raccolta e l'analisi dei dati.
- Stimolare gli studenti a riflettere sul modo in cui le loro ipotesi influenzano il loro progetto sperimentale.
- Aiutare i gruppi ad affrontare le sfide logistiche, come la disponibilità dei sensori o i limiti di tempo.

Al termine di questa fase, gli studenti avranno a disposizione un protocollo sperimentale ben sviluppato che potranno utilizzare per condurre le loro ricerche.

Conclusione e ulteriori riflessioni

- **Conoscenze mobilitate**: completando questa fase, gli studenti capiranno come la temperatura, l'umidità e altri fattori modellano il clima interno e influenzano il comfort e la salute. Impareranno a misurare i parametri ambientali e a collegare queste misurazioni con osservazioni personali per costruire un quadro completo degli spazi interni. Gli studenti comprenderanno anche come questi elementi lavorano insieme per influenzare l'efficienza energetica e la vita sostenibile.
- **Riflessione sull'implementazione in classe**: durante questa fase, gli studenti sviluppano competenze scientifiche essenziali formulando ipotesi, progettando protocolli e conducendo una raccolta e analisi sistematica dei dati. L'attività enfatizza l'apprendimento collaborativo mentre gli studenti lavorano insieme per perfezionare le domande di ricerca e adattare i loro metodi ai vincoli del mondo reale. Gli studenti rafforzano anche le loro capacità decisionali attraverso la gestione delle variabili, il mantenimento della coerenza sperimentale e la risoluzione delle sfide pratiche che si presentano durante la loro indagine.
- **Risultati di apprendimento**: gli studenti affineranno la loro capacità di formulare domande di ricerca chiare e ipotesi verificabili, progettare ed eseguire esperimenti sistematici, raccogliere e interpretare dati quantitativi e qualitativi. Attraverso l'identificazione di variabili, la verifica di ipotesi e l'analisi dei risultati, gli studenti rafforzeranno la loro capacità di valutare le prove e formulare conclusioni ragionate. Gli studenti applicheranno le loro scoperte a sfide del mondo reale, tra cui l'ottimizzazione del comfort indoor, l'efficienza energetica e il miglioramento della salute. Esaminando l'intersezione tra termodinamica e scienze della salute, gli studenti acquisiranno una comprensione completa del clima indoor come sistema complesso.

Per concludere questa fase, gli studenti esploreranno domande chiave che incoraggiano una riflessione più approfondita sul loro studio e sulle sue implicazioni più ampie:

1. Come possiamo applicare questi risultati sperimentali per migliorare l'efficienza energetica degli edifici e quale ruolo svolgono i materiali da costruzione e l'isolamento nel determinare variazioni del clima interno nelle diverse abitazioni?
2. Quali altri fattori ambientali, come la qualità dell'aria e la luce naturale, meritano di essere studiati per comprendere il clima interno e in che modo il cambiamento climatico influenzerà gli ambienti interni e le nostre strategie per mantenere il comfort e la salute?
3. In che modo la nostra migliore comprensione del clima interno potrebbe plasmare la futura pianificazione urbana e la progettazione edilizia, e in che modo questi principi possono orientare la progettazione di ambienti in condizioni estreme, come stazioni spaziali o basi artiche?
4. Quali vantaggi per la salute potrebbero offrire un clima interno migliore, in particolare per i gruppi vulnerabili come bambini e anziani, e in che modo le differenze culturali e regionali nelle abitudini di vita, come l'uso delle finestre e le preferenze di riscaldamento, influenzano la percezione del comfort?

Attraverso questo processo riflessivo, gli studenti penseranno criticamente alle loro scoperte e le collegheranno a sfide più ampie. Ciò li aiuta a comprendere come l'indagine scientifica possa soddisfare sia le esigenze individuali che quelle sociali.

Fase 2 - Esplorazione dei materiali di isolamento termico

Contesto e descrizione del problema da risolvere in questa fase: L'isolamento termico è essenziale per mantenere ambienti interni stabili e confortevoli, riducendo al contempo il consumo energetico e i costi. I materiali variano nella loro efficacia isolante in base a quattro proprietà chiave: conduttività termica, spessore, permeabilità all'aria e resistenza all'umidità. La comprensione di queste caratteristiche ci aiuta a scegliere i materiali più efficaci per migliorare l'efficienza energetica e il comfort dell'edificio.Gli edifici scarsamente isolati affrontano due sfide principali: quando fa freddo, il calore fuoriesce da pareti, tetti e pavimenti, costringendo gli impianti di riscaldamento a lavorare di più; quando fa caldo, il calore in eccesso entra, aumentando le esigenze di raffreddamento. Queste inefficienze si traducono in bollette energetiche più elevate e maggiori emissioni di gas serra, rendendo un isolamento adeguato fondamentale per la sostenibilità ambientale ed economica.

- Quali proprietà fisiche rendono un materiale un efficace isolante termico?
- In che modo l'isolamento può migliorare la regolazione della temperatura e l'efficienza energetica?
- Quali compromessi si devono affrontare quando si sceglie tra diversi materiali isolanti?
- In che modo lo spessore del materiale influenza la riduzione dello scambio termico?
- In che modo fattori esterni come umidità e infiltrazioni d'aria influiscono sulle prestazioni dell'isolamento?

Obiettivi di apprendimento: esaminare e comprendere le proprietà fisiche fondamentali dei materiali isolanti, tra cui conduttività termica, resistenza e il loro comportamento in varie condizioni (ad esempio esposizione all'umidità). Creare ed eseguire esperimenti per valutare e confrontare l'efficacia di diversi materiali. Valutare come le scelte dei materiali influenzano le prestazioni, l'impatto ambientale e le considerazioni sui costi.

Questa fase introduce gli studenti alla scienza dell'isolamento termico e li incoraggia a pensare in modo critico a come le proprietà dei materiali influenzano le prestazioni nel mondo reale. Attraverso un'indagine pratica, gli studenti scopriranno la connessione diretta tra concetti teorici e applicazioni pratiche.

Concettualizzazione

In questa fase, gli studenti esploreranno le proprietà fondamentali che caratterizzano i materiali isolanti efficaci ed esamineranno come queste proprietà contribuiscono a migliorare le prestazioni termiche nelle applicazioni del mondo reale. Attraverso indagini e analisi sistematiche, studieranno le relazioni tra composizione del materiale, struttura e capacità isolanti. Questa profonda comprensione dei principi di isolamento consentirà agli studenti di formulare ipotesi ben ragionate e progettare rigorosi protocolli sperimentali che testano le loro previsioni sul comportamento termico e l'efficienza energetica. Questi concetti fondamentali servono come elementi essenziali per sviluppare sofisticate metodologie sperimentali e interpretare i risultati all'interno di un contesto scientifico più ampio.

Conduttività termica (λ): questa proprietà fondamentale misura la velocità con cui l'energia termica fluisce attraverso un materiale in condizioni di temperatura specifiche. I materiali con una conduttività termica inferiore creano barriere più efficaci contro il trasferimento di calore, rendendoli isolanti superiori. Ad esempio, l'aria ferma ha una conduttività termica molto bassa di circa 0,024 W/(m·K), il che spiega perché molti materiali isolanti efficaci incorporano sacche d'aria intrappolate.

Resistenza termica (R): questo parametro critico quantifica la capacità di un materiale di impedire il flusso di calore attraverso il suo intero spessore. La relazione tra resistenza termica, spessore del materiale e conduttività termica è espressa tramite la seguente equazione, dove valori R più alti indicano una maggiore efficacia isolante:

$$R = \frac{\text{Thickness (m)}}{\lambda}$$

Capacità termica specifica (c): la capacità termica specifica (c) di una sostanza è la quantità di calore che deve essere aggiunta a un'unità di massa della sostanza per causare un aumento di un'unità di temperatura. L'unità SI della capacità termica specifica è joule per kelvin per chilogrammo, J · kg−1 · K−1.

Densità (ρ): la densità è la massa di una sostanza per unità di volume. Matematicamente, la densità è definita come massa divisa per volume.

$$\rho = \frac{m}{V}$$

Capacità termica volumetrica (VHC): la capacità termica volumetrica c di un materiale è la capacità termica di un campione della sostanza divisa per il volume del campione. È la quantità di energia che deve essere aggiunta, sotto forma di calore, a un'unità di volume del materiale per causare un aumento di un'unità nella sua temperatura. L'unità SI della capacità termica volumetrica è joule per kelvin per metro cubo, J · K−1 · m−3.

$$VHC = \rho c$$

Massa termica: la massa termica, o la capacità di immagazzinare calore, è anche nota come capacità termica volumetrica (VHC). La VHC si calcola moltiplicando la capacità termica specifica per la densità di un materiale:

- La capacità termica specifica è la quantità di energia necessaria per aumentare di 1°C la temperatura di 1 kg di un materiale.
- La densità è il peso per unità di volume di un materiale (vale a dire quanto pesa il materiale al metro cubo).

Maggiore è il VHC, maggiore è la massa termica.

Effusività termica (e): l'effusività termica del materiale, nota anche come responsività termica, è una misura della sua capacità di scambiare energia termica con l'ambiente circostante. È definita come la radice quadrata del prodotto della conduttività termica del materiale (λ) e della sua capacità termica volumetrica (VHC).

$$e = \sqrt{\lambda \rho c}$$

L'effusività termica è una buona approssimazione dell'inerzia termica del materiale.

Permeabilità all'aria: questa caratteristica descrive la facilità con cui l'aria può penetrare attraverso la struttura di un materiale. Mentre un certo grado di traspirabilità può essere utile per la gestione dell'umidità, un'eccessiva permeabilità all'aria può compromettere significativamente le prestazioni isolanti di un materiale creando ponti termici e consentendo uno scambio di calore indesiderato tramite correnti convettive.

Resistenza all'umidità: questa proprietà cruciale determina quanto bene un materiale isolante mantiene le sue prestazioni termiche quando esposto a livelli di umidità variabili e all'esposizione all'acqua. I materiali con scarsa resistenza all'umidità possono subire un degrado significativo nelle loro capacità isolanti, poiché l'acqua ha una conduttività termica molto più elevata dell'aria e può spostare l'aria intrappolata che fornisce isolamento.

Impatto ambientale: questa valutazione completa comprende l'intero ciclo di vita del materiale, dall'estrazione delle materie prime alla produzione, installazione, utilizzo e smaltimento finale. Le considerazioni chiave includono energia incorporata, impronta di carbonio, potenziale di riciclaggio o biodegradazione e contributo complessivo alle pratiche di costruzione sostenibili e all'efficienza energetica degli edifici.

Attraverso discussioni in classe e spiegazioni guidate, gli studenti collegheranno concetti teorici ad applicazioni nel mondo reale. Esploreranno scenari quotidiani come il motivo per cui alcuni edifici rimangono confortevoli più facilmente di altri, come il meteo influisce sul clima interno e come l'umidità riduce gradualmente l'efficacia

dell'isolamento nel tempo. Lavorando in piccoli gruppi, gli studenti svilupperanno domande di ricerca specifiche e misurabili che corrispondono sia ai loro interessi sia alle risorse disponibili. Esempi di domande includono:

- *Come si comportano i diversi materiali isolanti in condizioni controllate e come rispondono alle variazioni di temperatura?*
- *In che modo lo spessore variabile dell'isolamento influisce sulla resistenza termica e qual è la sua relazione con l'efficienza energetica?*
- *In che modo l'umidità influisce sulle prestazioni a lungo termine dei materiali isolanti?*

Creando queste domande di ricerca mirate, gli studenti costruiranno una solida base per i loro esperimenti. Ciò garantisce che la loro indagine rimanga sistematica e produca approfondimenti pratici sulla gestione termica. Gli studenti svilupperanno quindi ipotesi per prevedere i risultati sperimentali. Ogni ipotesi dovrebbe stabilire relazioni chiare e verificabili tra variabili con previsioni specifiche e misurabili sul comportamento termico, pur rimanendo pratica da testare con le risorse disponibili. Ecco alcuni esempi:

- *I materiali isolanti in schiuma mantengono la temperatura interna in modo più efficace del 20-30% rispetto alle alternative in fibra naturale se esposti a fonti di calore equivalenti, grazie alla loro struttura a celle chiuse e alle sacche d'aria intrappolate.*
- *Per ogni aumento di 1 cm nello spessore del materiale, la resistenza termica migliorerà di circa 0,5 unità di valore R, seguendo una relazione lineare fino a raggiungere un plateau.*
- *I materiali con elevata permeabilità all'aria (>300 $cm^3/cm^2/s$) mostreranno una resistenza termica inferiore del 40-50% rispetto a quelli con bassa permeabilità (<50 $cm^3/cm^2/s$) in condizioni identiche.*

Gli studenti devono categorizzare attentamente le loro variabili in questi gruppi:

- **Variabili indipendenti: i fattori che i ricercatori modificheranno durante lo studio:**
  - Composizione del materiale - densità (kg/m^3), porosità e caratteristiche strutturali
  - Spessore del materiale - misure in millimetri con tolleranze documentate
  - Contenuto di umidità - misurato come percentuale in peso
- **Variabili dipendenti: i risultati misurabili:**
  - Differenza di temperatura - in gradi Celsius
  - Tasso di trasferimento di calore - in watt per metro quadrato (W/m^2)
  - Valori R calcolati - da misurazioni sperimentali
- **Variabili controllate: condizioni che devono rimanere costanti:**
  - Intensità della fonte di calore - mantenuta a potenza precisa
  - Durata dell'esposizione - intervalli di misurazione standardizzati
  - Temperatura ambiente ambiente - entro ±0,5°C

Per approfondire la comprensione, gli studenti collegheranno le loro scoperte a sfide più ampie attraverso queste domande:

- *In che modo i diversi materiali isolanti influiscono sul consumo energetico di un edificio e come possiamo misurarne l'impatto sulle emissioni di carbonio e sui costi energetici?*
- *Quali fattori dovremmo considerare quando confrontiamo materiali isolanti sintetici e naturali, tra cui energia di produzione, longevità, smaltimento e impatto ambientale?*
- *Come possiamo applicare le intuizioni derivanti da questi studi su piccola scala per migliorare le pratiche edilizie e la progettazione architettonica?*

Questa riflessione aiuta gli studenti a collocare il loro lavoro in contesti di sostenibilità più ampi, sviluppando al contempo capacità di pensiero critico. Collegando i risultati di laboratorio alle applicazioni pratiche, gli studenti comprendono meglio come l'indagine scientifica promuova pratiche edilizie sostenibili.

Ruolo dell'insegnante: l'insegnante agisce come facilitatore e mentore durante questo processo investigativo, guidando gli studenti verso una comprensione più profonda e promuovendo al contempo la loro indipendenza. Le sue responsabilità principali includono:

- Garantire che gli studenti comprendano i concetti fondamentali e la terminologia relativa all'isolamento termico
- Incoraggiare lo sviluppo di domande di ricerca precise e verificabili e di ipotesi ben strutturate
- Condurre discussioni di gruppo produttive che stimolano gli studenti a pensare in modo critico
- Fornire esempi pertinenti che collegano concetti teorici con applicazioni pratiche
- Offrire feedback costruttivi per aiutare a perfezionare i progetti sperimentali

Indagine degli studenti

In questa fase, gli studenti condurranno un esperimento controllato per testare le loro ipotesi sull'efficacia di diversi materiali isolanti. L'insegnante aiuterà a sviluppare un protocollo strutturato per garantire una misurazione e un confronto sistematici delle proprietà termiche dei materiali. Prima di sperimentare, gli studenti completeranno una revisione della letteratura mirata per:

- Studia le principali proprietà fisiche dei materiali isolanti, tra cui la conduttività termica e la resistenza.
- Esaminare le ricerche esistenti sull'efficacia dell'isolamento per rafforzare la progettazione sperimentale.
- Scopri come fattori ambientali come l'umidità e le infiltrazioni d'aria influiscono sulle prestazioni dei materiali.

Questa ricerca fondamentale aiuterà gli studenti a creare metodi solidi che si collegano ad applicazioni nel mondo reale.

Esempio di applicazione del protocollo

Ipotesi: Aumentare lo spessore di un materiale isolante migliorerà proporzionalmente la sua resistenza termica.

Passaggi: Testare campioni di schiuma con spessori di 1 cm, 2 cm e 3 cm. Misurare le differenze di temperatura in ogni campione utilizzando condizioni identiche. Tracciare i risultati per valutare la relazione tra spessore e resistenza.

Preparare l'impostazione sperimentale: Questo esperimento misurerà l'efficacia con cui diversi materiali resistono al trasferimento di calore in condizioni controllate. Obiettivo: confrontare la resistenza termica di vari materiali isolanti esaminandone il tipo di materiale, lo spessore e la risposta all'umidità. Materiali necessari:

- Campioni di materiale isolante (schiuma, cartone, lana, foglio di alluminio)
- Fonte di calore (lampada da scrivania o elemento riscaldante elettrico)
- Sensori di temperatura o termometri
- Scatola isolata o casa modello
- Cronometro o timer
- Righello o calibro

Procedura

- **Misurazioni di base**: registrare le temperature ambiente e della fonte di calore. Lasciare che tutti i materiali raggiungano la temperatura ambiente.
- **Materiali di prova**: posizionare il materiale isolante tra la fonte di calore e il sensore di temperatura. Monitorare le temperature su entrambi i lati per 10 minuti. Testare tutti i campioni utilizzando posizionamento e tempi identici.
- **Variazioni di spessore**: testare ogni materiale a spessori di 1 cm, 2 cm e 3 cm. Registrare le differenze di temperatura per ogni spessore.
- **Esposizione all'umidità (facoltativo):** testare campioni imbevuti d'acqua per valutare l'effetto dell'umidità sull'isolamento.

- **Variabili di controllo**: mantenere costante l'uscita della fonte di calore. Mantenere distanze fisse tra fonte di calore, materiale e sensore.
- **Raccolta e organizzazione dei dati**: registrare tutte le misurazioni in una tabella strutturata:

Materiale	Spessore (cm)	Livello di umidità	Temperatura iniziale (°C)	Temperatura finale (°C)	Differenza di temperatura (°C)	Osservazioni
Schiuma	1	Asciutto	20	30	10	Leggero, facile da tagliare
Lana	2	Bagnato	20	33	13	Assorbe l'acqua rapidamente

- **Analisi e interpretazione dei dati:**
  1. Calcolo della resistenza termica (R): confronta i materiali per identificare quelli più performanti
  2. Visualizzazione dei risultati:
     - Crea grafici che mostrano le differenze di temperatura e la resistenza termica
     - Identificare modelli negli effetti di spessore ed umidità
  3. Interpretazione dei risultati:
     - Identificare le barriere più efficaci allo scambio termico
     - Confrontare i risultati con le ipotesi iniziali

Modello in miniatura: per rendere l'esperimento più significativo, gli studenti possono usare un modello di casa in miniatura. Invece di reinventare la ruota, questo modello può basarsi su soluzioni esistenti ed economiche. Dati i vincoli, una mini-serra è la soluzione ideale. Le sue pareti trasparenti dimostrano chiaramente la sensibilità alla temperatura del modello quando esposto a una semplice lampada da scrivania. Poiché la costruzione automatizzata di mini-serre è inclusa nel programma di tecnologia francese, sono disponibili diversi esempi adattabili per questo protocollo:

- Serra ÅKERBÄR - interno/esterno/antracite 65 cm
- Pacchetto serra autonomo senza interfaccia di programmazione
- Kit modello mini serra
- Ciclo 3 Progetto scientifico e tecnologico

Per questo progetto, un modello semplice ed economico è l'ideale. Sono disponibili kit di base per circa 10€ che soddisfano tutti i requisiti del protocollo: Maquette la Serre à assembler complètementÈ possibile costruire il kit a un costo ancora più basso utilizzando materiali facilmente reperibili nei negozi di bricolage. Le istruzioni di fabbricazione sono disponibili qui: https://technologieservices.fr/media/akeneo_connector/asset_files/N/o/Notice_TS_dossier_technique_KT5016_270203_FR_bb92.pdf

Il design semplifica l'isolamento, con semplici forme triangolari e rettangolari. Grazie all'apertura a tutta larghezza, i materiali isolanti possono essere facilmente installati sia su superfici interne che esterne.

Valutare la validità scientifica degli esperimenti: Assicurare la validità scientifica è un aspetto centrale da discutere con gli studenti. Devono comprendere i limiti dei loro esperimenti e come affrontarli. Ad esempio, l'insegnante può porre domande a ciascun gruppo di studenti per esaminare problemi comuni che influenzano la validità scientifica:

- **Protocollo completo per la risoluzione dei problemi:**
  - Valutare e regolare sistematicamente il posizionamento del sensore quando si riscontrano incongruenze nelle misurazioni, documentando ogni regolazione e il suo impatto sulle letture
  - Implementare una serie strutturata di misurazioni ripetute a intervalli regolari per stabilire l'affidabilità della misurazione e identificare potenziali errori sistematici
  - Documentare le condizioni ambientali che potrebbero influenzare le letture, tra cui le fluttuazioni della temperatura ambiente e le correnti d'aria
- **Misure di affidabilità rigorose:**

- Eseguire un minimo di cinque prove per ogni configurazione del materiale per stabilire la significatività statistica e calcolare la deviazione standard
- Utilizzare più set di campioni da lotti diversi dello stesso materiale per tenere conto delle variazioni di produzione
- Mantenere una documentazione dettagliata di eventuali deviazioni dal protocollo standard e del loro potenziale impatto sui risultati

- **Procedure di controllo qualità:**
  - Calibrare tutti gli strumenti di misura prima di ogni sessione di prova
  - Implementare metodi di convalida incrociata facendo in modo che diversi membri del team verifichino le misurazioni in modo indipendente
  - Stabilire criteri chiari per identificare e gestire i punti dati anomali

Ruolo dell'insegnante: l'insegnante svolge il ruolo di facilitatore:

- Guidare gli studenti a perfezionare i loro protocolli sperimentali per la massima coerenza e rigore scientifico
- Promuovere il pensiero critico attraverso domande sulle potenziali fonti di errore
- Facilitare discussioni collaborative per aiutare gli studenti a visualizzare e interpretare i propri dati

Al termine di questa fase, gli studenti avranno condotto un esperimento pratico, analizzato i loro dati e acquisito informazioni sui fattori che rendono i materiali efficaci isolanti termici. Questa indagine li prepara ad applicare le loro scoperte a contesti pratici, come la progettazione di soluzioni a risparmio energetico o il miglioramento dell'isolamento in contesti reali.

Conclusione e ulteriori riflessioni

- **Conoscenza mobilitata**: gli studenti svilupperanno una chiara comprensione di come funzionano i materiali isolanti, concentrandosi su proprietà chiave come conduttività termica, resistenza, spessore ed effetti dell'umidità. Vedranno come queste proprietà lavorano insieme per migliorare l'efficienza energetica, il comfort e l'impatto ambientale. Attraverso esperimenti pratici, gli studenti impareranno a misurare le prestazioni termiche e a testare le loro previsioni. Questa esperienza pratica mostra loro come i metodi scientifici possono risolvere problemi del mondo reale.
- **Riflessione sull'implementazione in classe**: attraverso la sperimentazione pratica e l'analisi collaborativa, gli studenti rafforzano la loro capacità di: progettare e perfezionare protocolli sperimentali precisi e coerenti, raccogliere e organizzare sistematicamente dati quantitativi e analizzare e visualizzare i risultati per scoprire modelli significativi. Questa fase enfatizza la natura collaborativa dell'indagine scientifica, con gli studenti che lavorano insieme per condividere responsabilità, confrontare osservazioni e giungere a conclusioni. Mentre affrontano sfide come la variabilità delle misurazioni e i fattori ambientali, gli studenti sviluppano capacità di problem-solving più forti e disciplina scientifica.
- **Risultati di apprendimento**: gli studenti miglioreranno la loro capacità di progettare e condurre esperimenti controllando le variabili e misurando i risultati, applicando formule matematiche per calcolare la resistenza termica e altre proprietà dei materiali e analizzando i dati rigorosamente per raggiungere conclusioni basate su prove. Gli studenti valuteranno i compromessi tra prestazioni dei materiali, costi e impatto ambientale. Gli studenti applicheranno le loro scoperte a sfide del mondo reale come l'efficienza energetica domestica e la progettazione di edifici sostenibili. Gli studenti comprenderanno come la scienza dei materiali promuove la sostenibilità globale, in particolare SDG 7 (Energia accessibile e pulita) e SDG 13 (Azione per il clima)

Per concludere questa fase, gli studenti parteciperanno a una discussione riflessiva guidata da domande aperte che esplorano le implicazioni più profonde dello studio:

1. In che modo i risultati sperimentali supportano o mettono in discussione le tue ipotesi iniziali?
2. Oltre alle prestazioni termiche, quali fattori, come la durabilità e l'impatto ambientale, dovrebbero guidare la scelta del materiale isolante?

3. Come possiamo applicare queste scoperte per migliorare l'efficienza energetica degli edifici?
4. Quali sono i principali compromessi in termini di prestazioni, costi e sostenibilità tra materiali isolanti naturali e sintetici?
5. In che modo i diversi climi e le diverse tipologie di edifici influiscono sui requisiti di isolamento?
6. Quali tecnologie di isolamento emergenti potrebbero risolvere le attuali sfide legate all'umidità e ai costi?
7. In che modo un isolamento efficace contribuisce a ridurre il consumo energetico e a contrastare il cambiamento climatico?
8. Quali ulteriori proprietà dei materiali dovremmo valutare quando scegliamo materiali da costruzione sostenibili?

Questa fase fornisce agli studenti la comprensione scientifica e le capacità analitiche per affrontare applicazioni nel mondo reale, dalla valutazione dell'isolamento delle loro case alla progettazione di strutture a risparmio energetico. Queste intuizioni pratiche aiutano gli studenti a vedere l'isolamento come parte di un sistema integrato che bilancia comfort, sostenibilità e tutela ambientale.

Fase 3 - Applicazione delle conoscenze sull'isolamento termico a contesti del mondo reale

Contesto e descrizione del problema da risolvere in questa fase: in questa fase, gli studenti applicheranno la loro comprensione dell'isolamento a scenari del mondo reale. Questa fase collega i loro risultati sperimentali della fase 2 con applicazioni pratiche, consentendo loro di analizzare, valutare e proporre soluzioni per migliorare l'efficienza energetica degli edifici. Gli edifici sono tra i maggiori consumatori di energia al mondo, con sistemi di riscaldamento e raffreddamento che utilizzano una parte importante di questa energia. Un isolamento scadente aggrava questo problema: il calore fuoriesce in inverno ed entra in estate. Questa inefficienza aumenta sia il consumo di energia che i costi delle utenze, generando al contempo più emissioni di gas serra. Un isolamento adeguato è quindi fondamentale per una costruzione sostenibile e una vita efficiente dal punto di vista energetico. Un isolamento inadeguato influisce non solo sull'ambiente, ma anche sulla salute e il comfort degli occupanti. Gli edifici scarsamente isolati soffrono di temperature irregolari, correnti d'aria e condensa. Questi problemi creano disagio e possono innescare problemi di salute, in particolare problemi respiratori dovuti a umidità e muffa. Comprendere dove e perché gli edifici perdono calore è essenziale per affrontare queste sfide. Gli studenti applicheranno i loro risultati di laboratorio a situazioni del mondo reale. Analizzando le prestazioni termiche delle loro case e degli edifici scolastici, identificheranno i punti deboli dell'isolamento e svilupperanno soluzioni pratiche. Questo approccio pratico mostra come i principi scientifici risolvono problemi reali, fornendo agli studenti le conoscenze per formulare raccomandazioni informate sull'efficienza energetica.

Obiettivi di apprendimento: utilizzare strumenti quali telecamere termiche e sensori per identificare e analizzare la perdita di calore in contesti reali. Valutare l'efficacia dell'isolamento esistente in case o scuole confrontando i dati osservati con i risultati sperimentali. Proporre strategie realistiche ed economiche per migliorare l'isolamento e migliorare l'efficienza energetica.

Concettualizzazione

Questa fase invita gli studenti a riflettere in modo critico sul modo in cui i risultati sperimentali si relazionano alle sfide del mondo reale:

- **Quali aree della mia casa o della mia scuola sono più soggette a perdite di calore e cosa causa queste debolezze?**
- **Come si confronta l'efficacia dell'isolamento che osservo con i materiali testati in laboratorio?**
- **Quali soluzioni pratiche possono migliorare le prestazioni dell'isolamento e ridurre il fabbisogno energetico?**

Gli studenti intraprenderanno un'esplorazione approfondita dei principi di isolamento attraverso un'analisi pratica delle prestazioni termiche reali negli edifici. Questa indagine pratica consente loro di collegare la conoscenza teorica con applicazioni tangibili. Per condurre questa analisi in modo efficace e trarre conclusioni significative, gli studenti dovranno esplorare a fondo e sviluppare una comprensione dettagliata di diversi concetti interconnessi:

1. **Analisi delle immagini termiche e delle perdite di calore**: tramite l'applicazione di sofisticate telecamere a immagini termiche e precisi termometri a infrarossi, gli studenti impareranno a rilevare e analizzare le variazioni di temperatura sulle superfici degli edifici. Questi strumenti avanzati rivelano aree critiche di perdita di calore, in particolare in luoghi comunemente vulnerabili come pareti scarsamente isolate, tetti non adeguatamente sigillati, finestre vecchie e porte non montate correttamente. Gli studenti svilupperanno competenze nell'interpretazione di complessi modelli termici e gradienti di temperatura, consentendo loro di identificare e valutare con precisione aree specifiche di inefficienza dell'isolamento negli involucri degli edifici.
2. **Ponti termici e considerazioni strutturali**: gli studenti esamineranno l'impatto significativo dei ponti termici, zone specializzate nella costruzione di edifici in cui il trasferimento di calore avviene a una velocità accelerata a causa di interruzioni nella continuità dell'isolamento o della presenza di elementi strutturali altamente conduttivi. Questi possono includere telai di finestre in metallo, supporti di edifici in acciaio, giunzioni

pavimento-parete in calcestruzzo e altre caratteristiche architettoniche. Comprendere la meccanica e le implicazioni di questi ponti termici diventa fondamentale per sviluppare strategie di miglioramento complete.

3. **Efficienza energetica e meccanismi di trasferimento del calore**: tramite un'analisi comparativa dettagliata, gli studenti stabiliranno connessioni tra i risultati di laboratorio del passaggio 2 e il comportamento termico nel mondo reale. Ciò comporta l'esame di come diversi meccanismi di trasferimento del calore, conduzione, convezione e radiazione, si manifestano negli edifici reali. Gli studenti impareranno a correlare le proprietà termiche misurate come conduttività e resistenza con modelli di perdita di calore osservabili, sviluppando una comprensione più sfumata delle dinamiche termiche degli edifici.
4. **Analisi completa costi-benefici**: gli studenti condurranno valutazioni approfondite di potenziali miglioramenti dell'isolamento, considerando molteplici fattori oltre alle semplici prestazioni termiche. Ciò include l'analisi dei costi iniziali di materiali e installazione, risparmi energetici a lungo termine previsti, riduzione dell'impatto ambientale tramite minori emissioni di carbonio e potenziali miglioramenti nel comfort degli occupanti. Impareranno a calcolare i periodi di ammortamento e il ritorno sull'investimento, considerando anche fattori quali la durevolezza dei materiali, i requisiti di manutenzione e le condizioni climatiche locali nella loro valutazione di varie opzioni di aggiornamento.

Domande di ricerca e quadro investigativo: attraverso discussioni collaborative e analisi attente, gli studenti svilupperanno domande di ricerca complete ed empiricamente verificabili che fungeranno da fondamento per la loro indagine. Queste domande dovrebbero comprendere sia una valutazione approfondita dell'attuale efficacia dell'isolamento sia un'esplorazione dettagliata delle potenziali strategie di miglioramento. Le domande dovrebbero essere specificamente formulate per generare dati quantificabili e approfondimenti significativi:

- Quali sono le principali zone di perdita di energia termica negli edifici residenziali e scolastici e quali specifici fattori strutturali, materiali o ambientali contribuiscono a queste inefficienze?
- Come si confrontano le caratteristiche delle prestazioni termiche dei sistemi di isolamento degli edifici esistenti con i materiali testati in laboratorio nella nostra precedente fase sperimentale, in particolare in termini di ritenzione del calore e velocità di trasferimento?
- Quali interventi basati su prove ed economicamente vantaggiosi potrebbero essere implementati per migliorare l'efficienza termica nelle aree problematiche identificate, considerando parametri di prestazione sia immediati che a lungo termine?

Promuovere il pensiero critico e connessioni più ampie: per approfondire la loro comprensione, gli studenti esploreranno come le loro scoperte si collegano a sfide sociali più ampie: in che modo i miglioramenti dell'isolamento influenzano sia l'impronta di carbonio di un edificio che i costi energetici? Quali sono i principali compromessi tra materiali isolanti naturali e sintetici in termini di costi, prestazioni e impatto ambientale? In che modo il clima e la posizione geografica influenzano la selezione delle strategie di isolamento? Queste domande mirate spingono gli studenti a pensare oltre il loro contesto immediato per comprendere il ruolo dell'isolamento nello sviluppo sostenibile e nell'azione per il clima.

Queste domande attentamente formulate stabiliscono un solido framework per l'indagine sistematica, consentendo agli studenti di creare connessioni significative tra i loro risultati sperimentali e le applicazioni pratiche, sviluppando al contempo capacità analitiche critiche. Sulla base di queste domande di ricerca, gli studenti formuleranno ipotesi dettagliate che fanno previsioni specifiche e verificabili basate sulle loro osservazioni preliminari e sui dati sperimentali. Ecco alcuni esempi rappresentativi:

- Le aree che presentano ponti termici visibili presenteranno tassi di perdita di calore circa il 40-60% superiori rispetto alle sezioni adiacenti con isolamento continuo, in particolare durante i picchi di differenza di temperatura.
- Le sezioni degli edifici costruite prima dei moderni standard di isolamento presenteranno valutazioni di efficienza termica inferiori del 30-50% rispetto alle aggiunte più recenti, principalmente a causa del degrado dei materiali e di tecniche di installazione obsolete.
- L'implementazione strategica di strati isolanti supplementari produrrà miglioramenti misurabili nella ritenzione termica, con una riduzione prevista della perdita di calore compresa tra il 20 e il 35%, a seconda della scelta del materiale e dei metodi di installazione.

Ogni ipotesi dovrebbe stabilire relazioni chiare tra variabili indipendenti attentamente definite (come materiali isolanti, periodi di costruzione dell'edificio e spessore del materiale), variabili dipendenti misurabili (inclusi modelli quantificabili di perdita di calore e differenziali di temperatura), mantenendo al contempo un rigoroso controllo sulle variabili esterne (condizioni ambientali, durata della misurazione e fluttuazioni della temperatura ambiente).

Ruolo dell'insegnante: l'insegnante guiderà gli studenti aiutandoli a elaborare domande di ricerca precise e misurabili che siano in linea con gli obiettivi della loro indagine, supportando lo sviluppo di ipotesi verificabili che colleghino chiaramente le variabili alle prestazioni termiche e facilitando discussioni significative che colleghino l'indagine alle implicazioni scientifiche e sociali del mondo reale.

Indagine degli studenti

In questa fase di indagine completa, gli studenti condurranno un esame approfondito delle prestazioni termiche della loro casa o dell'edificio scolastico attraverso l'impiego strategico di sofisticati strumenti diagnostici, tra cui termocamere, sensori ambientali e termometri a infrarossi di precisione. Questa indagine pratica consente agli studenti di valutare sistematicamente le loro ipotesi formulate con cura, identificando e documentando metodicamente le aree di significativa perdita di calore, mentre conducono un'analisi dettagliata di come varie configurazioni e materiali di isolamento contribuiscono all'efficienza energetica complessiva della struttura. Attraverso questo processo, gli studenti acquisiranno esperienza pratica nelle tecniche di valutazione termica del mondo reale, sviluppando al contempo una comprensione più approfondita di come i principi teorici del trasferimento di calore si manifestano negli ambienti edilizi reali.

Esempio di applicazione del protocollo: Ipotesi: le pareti con ponti termici visibili presenteranno una maggiore perdita di calore rispetto alle pareti con isolamento uniforme. Passaggi: utilizzare una termocamera per scansionare le pareti, concentrandosi sulle potenziali posizioni dei ponti. Misurare le differenze di temperatura in questi punti. Confrontare i risultati con le sezioni con isolamento uniforme. Calcolare la perdita di calore relativa e suggerire miglioramenti.

Preparazione per l'indagine

1. **Strumenti e materiali necessari:**
   - Termocamera o termometro a infrarossi.
   - Sensori di temperatura e umidità
   - Accesso alla planimetria dell'edificio o a un semplice schizzo per la mappatura dei risultati.
   - Quaderno o dispositivo digitale per la registrazione delle osservazioni.
2. **Impostazione pre-indagine:**
   - Assicurarsi che gli studenti comprendano come utilizzare gli utensili termici in modo sicuro e preciso.
   - Introdurre un'attività di calibrazione in cui gli studenti misurano la temperatura di superfici note (ad esempio, una parete esposta direttamente alla luce solare rispetto a una in ombra).

Per aiutarti a utilizzare il sensore appropriato, fai riferimento alla sezione "Implementazione pratica 2 - Utilizzo di telecamere termiche per l'analisi dell'isolamento".

Fasi per condurre l'indagine

- Identificazione delle posizioni di prova: gli studenti determineranno le aree chiave da analizzare, concentrandosi sulle fonti comuni di perdita di calore, come finestre, porte, pareti esterne, tetti e pavimenti.
- Acquisizione di dati termici: utilizzando telecamere termiche o termometri, gli studenti registreranno le variazioni di temperatura in ogni posizione. Evidenziare ponti termici, correnti d'aria o aree scarsamente isolate catturando immagini o letture dettagliate.

- Misura le condizioni ambientali: registra la temperatura esterna, le condizioni del vento e l'esposizione alla luce solare durante l'indagine. Annota qualsiasi attività del sistema HVAC (ad esempio, riscaldamento o raffreddamento) che potrebbe influenzare le temperature interne.
- Osservazioni sui documenti: utilizzare una tabella o una planimetria annotata per registrare i risultati.

Posizione	Temp. Interna (°C)	Temp. esterna (°C)	Differenza di temperatura (°C)	Osservazioni
Parete del soggiorno	18	5	13	Perdita di calore visibile attraverso il ponte termico
Telaio della finestra	15	5	10	Correnti d'aria rilevate, isolamento scarso osservato

- Relazionarsi ai risultati sperimentali: confrontare le prestazioni osservate dell'isolamento dell'edificio con i materiali testati nel passaggio 2. Discutere in che modo le proprietà dei materiali come spessore, conduttività termica e resistenza all'umidità possono spiegare le variazioni osservate.

Analisi e interpretazione

- Valutare le prestazioni termiche: identificare le aree di maggiore perdita di calore e i fattori che vi contribuiscono (ad esempio, scarso isolamento, ponti termici). Determinare se i risultati sono in linea con i risultati sperimentali del passaggio 2.
- Proponi miglioramenti: gli studenti faranno brainstorming e consiglieranno azioni specifiche per ridurre la perdita di calore. Queste potrebbero includere l'aggiunta di strati isolanti a pareti, pavimenti o tetti, la sigillatura di fessure attorno a finestre e porte e l'aggiornamento a finestre con doppi vetri o a risparmio energetico.
- Visualizza i risultati: crea mappe termiche o immagini annotate per presentare i risultati. Utilizza grafici per confrontare l'efficacia di diverse aree (ad esempio, pareti isolate rispetto a pareti non isolate).

Sfide e considerazioni sulla validità nella valutazione termica

- Sfide di misurazione e variabili ambientali: affrontare la complessa interazione di fattori che influenzano le letture termiche, tra cui fluttuazioni di temperatura giornaliere, modelli meteorologici stagionali, esposizione solare variabile durante il giorno e l'impatto dinamico dei sistemi HVAC sulla distribuzione della temperatura interna. Queste variabili possono influenzare significativamente l'accuratezza della misurazione e devono essere attentamente controllate o prese in considerazione nell'analisi.
- Garantire la coerenza sperimentale e l'affidabilità dei dati: enfatizzare l'implementazione di protocolli di misurazione standardizzati, tra cui l'esecuzione di letture in orari coerenti della giornata, il mantenimento di condizioni ambientali uniformi ove possibile e la definizione di intervalli di misurazione chiari. Questo approccio sistematico aiuta a ridurre al minimo la variabilità e garantisce la raccolta di dati affidabili e comparabili in diversi periodi e luoghi di test.
- Riconoscere le limitazioni tecniche e pratiche: discutere i vari vincoli che possono avere un impatto sulla completezza dell'indagine, come l'accesso limitato a determinate aree dell'edificio, le limitazioni nella precisione e nella calibrazione degli strumenti di misurazione, le potenziali interferenze dei materiali da costruzione e le sfide del mantenimento di condizioni ambientali costanti per tutto il periodo dello studio. La comprensione di queste limitazioni aiuta a sviluppare progetti sperimentali più solidi e a interpretare i risultati con un'adeguata considerazione dell'incertezza.

Al termine di questa indagine, gli studenti avranno una comprensione dettagliata delle prestazioni di isolamento del loro edificio e idee attuabili per il miglioramento. Questa attività pratica rafforza la connessione tra conoscenze teoriche e applicazioni pratiche, preparando gli studenti a formulare raccomandazioni informate per l'efficienza energetica e la sostenibilità.

Conclusione e ulteriori riflessioni

- **Conoscenza mobilitata**: alla fine di questa fase, gli studenti avranno acquisito una comprensione più approfondita di come i principi teorici dell'isolamento si applicano ai contesti del mondo reale. Avranno imparato a identificare e analizzare le inefficienze termiche negli edifici, a interpretare i dati raccolti da immagini termiche o sensori di temperatura e a collegare i loro risultati a obiettivi di efficienza energetica più ampi. Gli studenti riconosceranno anche i limiti pratici e le sfide dell'applicazione dei principi di isolamento in diversi ambienti, considerando fattori quali la disponibilità dei materiali, i vincoli strutturali e il budget.
- **Riflessione sull'implementazione in classe**: impegnandosi in indagini pratiche, gli studenti migliorano il loro pensiero critico e la capacità di collegare i principi scientifici con miglioramenti tangibili nei loro ambienti quotidiani. Questa fase rafforza la capacità degli studenti di colmare il divario tra i risultati sperimentali del passaggio 2 e le osservazioni del mondo reale, utilizzare strumenti come le telecamere termiche per condurre analisi significative delle prestazioni di isolamento e lavorare in team per proporre soluzioni realistiche ed economiche per migliorare l'isolamento.
- **Risultati di apprendimento**: gli studenti affineranno la loro capacità di raccogliere, analizzare e interpretare dati del mondo reale. Identificando i punti deboli dell'isolamento e proponendo miglioramenti, gli studenti valuteranno i compromessi tra efficacia, costi e impatto ambientale. Gli studenti collegheranno le loro scoperte a obiettivi sociali più ampi, come la riduzione del consumo di energia e la lotta al cambiamento climatico. Riflettendo su come i miglioramenti locali contribuiscono agli sforzi di sostenibilità globale, gli studenti apprezzeranno il ruolo della scienza nella promozione dell'SDG 7 (Energia accessibile e pulita), dell'SDG 11 (Città e comunità sostenibili) e dell'SDG 13 (Azione per il clima).

Per concludere questa fase, gli studenti si impegneranno in una discussione incentrata su domande aperte. Queste domande sono progettate per incoraggiare una riflessione più approfondita sullo studio e sulle sue implicazioni più ampie. Diverse domande possono essere aperte alla discussione:

1. In che modo le aree di maggiore dispersione di calore nella tua casa o nella tua scuola corrispondono alle tue ipotesi iniziali?
2. Cosa ti ha sorpreso delle prestazioni termiche del tuo edificio?
3. Come si confrontano i materiali e le condizioni osservati con i risultati del passaggio 2?
4. Quali miglioramenti economicamente vantaggiosi potrebbero ridurre significativamente la perdita di calore e migliorare l'efficienza energetica?
5. In che modo il clima regionale e le normative edilizie influenzano le esigenze e le strategie di isolamento?
6. Quale ruolo possono svolgere le innovazioni nelle tecnologie di isolamento nell'affrontare le sfide energetiche globali?
7. Come puoi adattare i tuoi risultati alle esigenze di pratiche edilizie sostenibili nella tua comunità?

Questa fase fornisce una piattaforma per gli studenti per pensare in modo critico a come scienza, ingegneria e politica si intersecano per risolvere problemi del mondo reale. Comprendendo l'importanza dell'isolamento nel ridurre lo spreco di energia e migliorare il comfort, gli studenti saranno in grado di impegnarsi in discussioni più ampie su sostenibilità, pianificazione urbana e resilienza climatica. Gli studenti potrebbero usare le loro scoperte per sviluppare progetti concreti, come:

- Creare un piano di miglioramento dell'isolamento della scuola o della casa.
- Progettare edifici ad alta efficienza energetica come parte di un progetto di classe collaborativo.
- Presentazione dei risultati delle ricerche in una campagna di sensibilizzazione pubblica sull'isolamento e l'efficienza energetica.

Fase 4 - Mappatura collaborativa della perdita di calore urbano

Contesto e descrizione del problema da risolvere in questa fase: in questa fase finale, gli studenti estenderanno il loro apprendimento oltre i singoli edifici a un contesto comunitario più ampio. Conducendo un progetto di mappatura termica collaborativa, analizzeranno i modelli di perdita di calore nel loro quartiere o città locale. Questa attività promuove la comprensione delle implicazioni più ampie dell'isolamento e dell'efficienza energetica, consentendo al contempo agli studenti di contribuire alla consapevolezza della comunità e alle potenziali raccomandazioni politiche. La perdita di calore dagli edifici si estende oltre le preoccupazioni individuali per diventare una sfida collettiva che influisce sul consumo di energia, sulla sostenibilità ambientale e sulle condizioni di vita urbane. Nelle città, gli edifici scarsamente isolati aumentano la domanda di energia per il riscaldamento e il raffreddamento, portando a maggiori emissioni di gas serra. Questo problema intensifica l'effetto isola di calore urbano, dove le città trattengono più calore rispetto alle aree rurali a causa di infrastrutture che emettono calore e di un isolamento inadeguato. Una comprensione a livello di comunità della perdita di calore è fondamentale per sviluppare soluzioni mirate di efficienza energetica. Identificando le aree ad alta perdita di calore, le comunità possono dare priorità ai miglioramenti, dalla ristrutturazione di vecchi edifici e dall'aggiornamento delle finestre all'implementazione di politiche di costruzione sostenibile in tutta la città. Questo approccio affronta sia lo spreco energetico che l'equità sociale, poiché un isolamento inadeguato spesso colpisce le popolazioni vulnerabili che devono affrontare costi energetici più elevati e disagio termico. In questa fase, gli studenti amplieranno la loro indagine dai singoli edifici al paesaggio urbano. Attraverso "passeggiate termiche" organizzate, raccoglieranno dati sulla temperatura da più edifici utilizzando telecamere termiche. Questi dati formeranno una mappa collaborativa della perdita di calore che mostra le prestazioni termiche dell'area. Ove possibile, gli studenti confronteranno le loro osservazioni a livello del suolo con le immagini termiche aeree per comprendere i modelli dell'intera città. Questo processo dimostrerà come l'azione collettiva e le decisioni informate possano affrontare la perdita di calore su scala di comunità, approfondendo la comprensione degli studenti delle connessioni tra scienza, politica e sostenibilità ambientale.

Obiettivi di apprendimento: guidare gli studenti nello sviluppo di approcci analitici sofisticati alla valutazione della perdita di calore urbano, consentendo loro di tracciare connessioni significative tra modelli termici locali e sfide ambientali più ampie, considerando al contempo implicazioni sociali ed economiche. Promuovere lo sviluppo di competenze avanzate di ricerca collaborativa attraverso la creazione e l'interpretazione sistematiche di dati di mappatura termica completi, sottolineando l'importanza di una documentazione dettagliata e di tecniche di visualizzazione chiare per comprendere la distribuzione del calore urbano. Rafforzare la capacità degli studenti di analisi critica sfumata quando si valutano e si propongono soluzioni su scala comunitaria che bilanciano le esigenze immediate di efficienza energetica con obiettivi di sostenibilità ambientale a lungo termine.

Concettualizzazione

In questa fase, gli studenti studieranno i modelli di perdita di calore a livello di comunità, collegando le loro osservazioni a dinamiche urbane e ambientali più ampie ed esplorando le seguenti domande chiave:

- Quali edifici o aree nel nostro quartiere presentano significativi modelli di perdita di energia termica e quali specifici fattori architettonici, strutturali o ambientali contribuiscono a queste variazioni di perdita di calore nelle diverse località?
- In che modo gli elementi architettonici, i periodi di costruzione, la cronologia delle ristrutturazioni e le tecnologie di isolamento interagiscono per creare profili di prestazioni termiche distintivi nell'ambiente edificato della nostra comunità?
- Quali soluzioni complete, scalabili ed economicamente sostenibili potrebbe implementare la nostra comunità per affrontare sistematicamente le sfide della perdita di calore, promuovendo al contempo la sostenibilità energetica a lungo termine?

Per garantire un'analisi strutturata e significativa, gli studenti devono comprendere i seguenti concetti:

- Dinamiche di perdita di calore urbano: la perdita di calore dagli edifici varia a seconda di fattori quali materiali di costruzione, qualità dell'isolamento, età dell'edificio e modelli di utilizzo (ad esempio, residenziale vs. commerciale). Strutture scarsamente isolate e ponti termici contribuiscono alla perdita di calore localizzata, che può avere un effetto a catena sulla domanda di energia e sulle emissioni di gas serra.
- Mappatura e visualizzazione termica: la mappatura della perdita di calore comporta l'acquisizione di immagini termiche degli edifici e l'annotazione di dati sulla temperatura per identificare modelli e punti caldi di inefficienza. La mappatura collaborativa consente una visione completa delle prestazioni termiche di un quartiere, consentendo l'identificazione di tendenze tra tipi di edifici e posizioni.
- Analisi comparativa con dati pubblici: ove disponibili, gli studenti possono confrontare i loro risultati con i dati di immagini termiche aeree forniti da governi locali o organizzazioni ambientaliste per valutare in che modo le osservazioni a livello del suolo si allineano con i modelli di perdita di calore in tutta la città.
- Strategie di efficienza energetica collettiva: la mitigazione della perdita di calore urbano richiede un'azione collaborativa, dalle ristrutturazioni individuali degli edifici alle misure politiche che promuovono pratiche di costruzione sostenibili. Comprendere le implicazioni economiche, ambientali e sociali di queste strategie è fondamentale per formulare raccomandazioni informate.

Domande di ricerca e quadro investigativo: gli studenti svilupperanno domande di ricerca per guidare la loro analisi. Queste domande dovrebbero esplorare le cause e le implicazioni della perdita di calore urbano e identificare potenziali soluzioni.

- Quali tipologie di edifici (ad esempio residenziali, commerciali, vecchi, nuovi) presentano la perdita di calore più significativa nella nostra comunità e perché?
- In che modo le condizioni meteorologiche locali (ad esempio vento, umidità) influenzano i modelli di perdita di calore osservati?
- Quali interventi specifici potrebbero ridurre la dispersione di calore nelle aree identificate come più inefficienti?

Dopo aver formulato le loro domande di ricerca, gli studenti proporranno ipotesi che collegano le loro osservazioni ai risultati attesi. Esempi includono:

- Gli edifici più vecchi presentano livelli di dispersione termica più elevati rispetto alle costruzioni più recenti, a causa di materiali isolanti meno efficienti e di norme edilizie obsolete.
- Gli edifici commerciali subiranno una maggiore perdita di calore rispetto alle strutture residenziali a causa delle finestre più grandi e dei tassi di occupazione più elevati.
- Gli edifici esposti a velocità del vento più elevate presenteranno una maggiore perdita di calore a causa della maggiore infiltrazione d'aria attraverso strutture scarsamente sigillate.

Le ipotesi dovrebbero definire chiaramente:

- **Variabili indipendenti**: tipologia dell'edificio, età, materiali o esposizione alle condizioni esterne.
- **Variabili dipendenti**: livelli di perdita di calore (ad esempio, differenze di temperatura, punti caldi termici).
- **Variabili controllate**: condizioni ambientali durante la raccolta dei dati (ad esempio, temperatura esterna, ora del giorno).

Incoraggiare il pensiero critico e connessioni più ampie: per approfondire la loro comprensione, gli studenti rifletteranno su come la loro indagine si collega a sfide sociali più ampie. I punti chiave della discussione includono: in che modo la pianificazione urbana influenza la perdita di calore e l'efficienza energetica a livello di comunità? Quale ruolo svolgono i fattori economici, come le disparità di reddito, nel determinare quali edifici ricevono aggiornamenti dell'isolamento? In che modo i dati della mappatura termica possono informare le decisioni politiche o le campagne di sensibilizzazione della comunità? Queste discussioni incoraggiano gli studenti a collegare le loro osservazioni locali agli sforzi di sostenibilità globale, sottolineando la necessità di un'azione collettiva per affrontare il cambiamento climatico e l'inefficienza energetica. Gli insegnanti faciliteranno le discussioni per garantire che le domande e le ipotesi di ricerca siano chiare, misurabili e mirate. Dovrebbero fornire esempi di come progetti di mappatura simili abbiano informato strategie di efficienza energetica nel mondo reale. Incoraggeranno gli studenti a pensare in modo critico alle implicazioni sociali e ambientali delle loro scoperte.

Indagine degli studenti

In questa fase completa di indagine, gli studenti intraprenderanno una "passeggiata termica" organizzata nel loro quartiere o città per identificare e documentare sistematicamente i modelli di perdita di calore in diversi tipi di edifici e stili architettonici. Dotati di strumenti sofisticati come termocamere o precisi termometri a infrarossi, raccoglieranno metodicamente le letture della temperatura in punti strategici, documenteranno attentamente le loro osservazioni dettagliate delle caratteristiche degli edifici e delle condizioni ambientali e collaboreranno per sviluppare un'ampia mappa della perdita di calore. Questo strumento di visualizzazione dettagliato consentirà loro di analizzare i modelli emergenti, identificare aree critiche di inefficienza energetica e formulare soluzioni basate su prove per migliorare le prestazioni termiche in tutta la comunità. Attraverso questo processo pratico di raccolta dati, gli studenti acquisiranno esperienza pratica nella misurazione scientifica contribuendo al contempo a una più ampia comprensione delle dinamiche energetiche urbane.

Prima di iniziare l'indagine di mappatura termica, è essenziale un'attenta preparazione per garantire una raccolta dati accurata e risultati significativi. Questa fase di preparazione comporta la raccolta delle attrezzature necessarie, la definizione di protocolli e la garanzia che tutti i partecipanti comprendano i propri ruoli e responsabilità. Una preparazione ben organizzata porterà a dati più affidabili e a un processo di indagine più fluido.

Preparazione per l'indagine

1. **Strumenti e materiali necessari:**
   - Telecamere termiche, termometri a infrarossi o altri dispositivi di misurazione del calore.
   - Mappe dell'area di destinazione (digitali o stampate) per annotazioni.
   - Notebook o dispositivo digitale per la registrazione dei dati.
   - App meteo o dati per documentare le condizioni esterne (temperatura, velocità del vento, umidità).
2. **Impostazione pre-indagine:**
   - Assicurarsi che gli studenti abbiano familiarità con l'uso delle telecamere termiche, comprese le procedure di calibrazione e di manipolazione sicura.
   - Discutere l'etica della raccolta dati, come il rispetto della privacy quando si catturano immagini di edifici residenziali.

Fasi per condurre l'indagine

- Definisci l'area di studio: seleziona un quartiere specifico o un gruppo di edifici da analizzare. Includi un mix di tipologie di edifici (ad esempio, residenziali, commerciali, più vecchi, più nuovi) per l'analisi comparativa.
- Pianifica la passeggiata termica: dividi gli studenti in piccoli gruppi, assegnando a ogni gruppo una sezione dell'area da esaminare. Stabilisci orari coerenti per la raccolta dei dati (ad esempio, la mattina presto o la sera tardi) per garantire differenze di temperatura significative tra l'interno e l'esterno.
- Raccogli dati termici: cattura immagini termiche o letture della temperatura per ogni superficie dell'edificio (ad esempio, pareti, finestre, tetti). Nota i segni visibili di inefficienze, come ponti termici, perdite d'aria o isolamento

inadeguato. Registra le condizioni ambientali, tra cui temperatura esterna, velocità del vento ed esposizione alla luce solare.

- Osservazioni sui documenti: utilizzare una tabella standardizzata per registrare i risultati, ad esempio:

ID dell'edificio	Tipo (Residenziale/Commerciale)	Età	Area di perdita di calore	Differenza di temperatura (°C)	Osservazioni
Edificio A	Residenziale	Anni '70	Tetto	15	Isolamento insufficiente visibile
Edificio B	Commerciale	Anni 2000	Finestre	10	Bozze rilevate vicino ai frame

- Integrare i dati pubblici (se disponibili): confrontare i risultati ottenuti sul campo con i dati delle immagini termiche aeree o altri registri pubblici per convalidare le osservazioni e identificare tendenze più ampie.

Sfide e considerazioni sulla validità

- Variabilità dei dati: discutere in che modo le condizioni esterne (ad esempio vento, luce solare) possono influenzare le misurazioni e sottolineare l'importanza di tempi coerenti e metodi controllati.
- Considerazioni etiche: assicurarsi che gli studenti rispettino la privacy e ottengano il permesso se catturano immagini di proprietà private.
- Precisione della misurazione: incoraggiare misurazioni ripetute per garantire la coerenza e utilizzare tecniche di calibrazione per garantire dati affidabili.

Mappatura e analisi collaborative: dopo la raccolta dei dati, gli studenti procederanno con un'analisi completa e collaborativa dei risultati. Inizieranno creando una mappa dettagliata della perdita di calore utilizzando strumenti di mappatura come Google My Maps o ArcGIS. Questa mappa servirà come supporto visivo per rappresentare i dati termici raccolti, inclusi i tipi di edifici e le inefficienze osservate. L'analisi delle tendenze costituirà il secondo passaggio cruciale. Gli studenti confronteranno diversi modelli di perdita di calore in base alle caratteristiche dell'edificio (tipologia, età, posizione). Cercheranno di identificare correlazioni significative tra le perdite termiche osservate e vari fattori come la qualità dell'isolamento, i materiali di costruzione o l'esposizione alle condizioni ambientali.

Sulla base di questa analisi approfondita, gli studenti svilupperanno proposte concrete per ridurre la perdita di calore. Queste soluzioni possono includere la modernizzazione dell'isolamento negli edifici più vecchi, il miglioramento della tenuta di finestre e porte o l'implementazione di programmi comunitari volti a migliorare l'isolamento nelle aree più vulnerabili.

- Crea una mappa delle perdite di calore: usa strumenti di mappatura (ad esempio, Google My Maps, ArcGIS o mappe stampate) per rappresentare visivamente i dati raccolti. Annota le mappe con dati termici, tipologie di edifici e inefficienze osservate.
- Analizza le tendenze: confronta i modelli di perdita di calore tra tipologie di edifici, età e posizioni. Identifica le correlazioni tra la perdita di calore osservata e fattori come la qualità dell'isolamento, i materiali da costruzione o l'esposizione alle condizioni ambientali.
- Sviluppo di proposte: sulla base della loro analisi, gli studenti elaboreranno strategie praticabili per ridurre la perdita di calore, come ad esempio ristrutturare gli edifici più vecchi con un isolamento moderno, sigillare le perdite d'aria attorno a finestre e porte e promuovere programmi a livello di comunità per migliorare l'isolamento nelle aree vulnerabili.

Ruolo dell'insegnante

- Guidare gli studenti nello sviluppo di un protocollo chiaro e sistematico per la raccolta e la mappatura dei dati.
- Supportare l'uso di strumenti di mappatura e garantire che la visualizzazione dei dati sia accurata e significativa.
- Facilitare le discussioni sui risultati, incoraggiando gli studenti a collegare le loro osservazioni alle sfide più ampie della comunità e dell'ambiente.

Dopo aver completato questa fase di indagine completa, gli studenti avranno raggiunto diversi traguardi significativi nella loro comprensione delle dinamiche termiche urbane e dell'efficienza energetica a livello di comunità:

1. Hanno eseguito con successo un'ampia indagine termica collaborativa della loro comunità locale, documentando meticolosamente le variazioni di temperatura e i modelli di perdita di calore in diversi tipi di edifici e stili architettonici.
2. Hanno sviluppato e implementato una mappa visiva dettagliata della perdita di calore che identifica e mette in evidenza sistematicamente le aree critiche di inefficienza termica, incorporando più punti dati e fattori ambientali per creare una panoramica completa dei modelli energetici della comunità.
3. Hanno condotto un'analisi approfondita delle tendenze per identificare modelli ricorrenti, correlazioni e potenziali fattori causali, portando alla formulazione di soluzioni pratiche basate su prove, su misura per le esigenze specifiche della comunità.

Questo rigoroso processo investigativo non solo rafforza la connessione fondamentale tra osservazioni localizzate e obiettivi di sostenibilità globale più ampi, ma consente anche agli studenti di sviluppare capacità di pensiero critico essenziali per comprendere come la metodologia scientifica possa essere applicata in modo efficace per creare un cambiamento significativo e duraturo a livello di comunità. Attraverso questa esperienza pratica, gli studenti acquisiscono preziose informazioni sulle applicazioni pratiche della scienza termica, contribuendo al dialogo più ampio sulla sostenibilità ambientale e la conservazione dell'energia.

Conclusione e ulteriori riflessioni

- **Conoscenza mobilitata**: completando questa fase, gli studenti avranno acquisito una comprensione più approfondita di come le inefficienze termiche si manifestano su scala di comunità. Avranno applicato le loro conoscenze di isolamento, trasferimento di calore e termografia a scenari del mondo reale, collegando le loro osservazioni a dinamiche urbane e ambientali più ampie. Inoltre, gli studenti riconosceranno il valore della mappatura collaborativa nell'identificazione delle inefficienze sistemiche e nella definizione delle priorità di interventi mirati. Gli studenti comprenderanno anche come fattori quali età dell'edificio, tipo, materiali e condizioni ambientali contribuiscono ai modelli di perdita di calore urbano. Questa conoscenza evidenzia l'interazione tra scienza, pianificazione urbana e responsabilità sociale nell'affrontare le sfide dell'inefficienza energetica e della sostenibilità.
- **Riflessione sull'implementazione in classe**: questa fase enfatizza l'apprendimento collaborativo e pratico e l'analisi critica. Gli studenti avranno sviluppato competenze nell'uso di strumenti di termografia e nell'interpretazione dei dati per identificare modelli di perdita di calore. Avranno confrontato i risultati tra gli edifici, identificato tendenze e proposto soluzioni basate su prove. Avranno lavorato in modo collaborativo per creare una mappa completa della perdita di calore e condividere approfondimenti con i colleghi. L'attività promuove anche un apprezzamento per l'impatto sociale e ambientale dei loro risultati, incoraggiando gli studenti a pensare oltre l'aula.
- **Risultati di apprendimento**: gli studenti affineranno la loro capacità di raccogliere, analizzare e visualizzare dati termici del mondo reale. Identificando le inefficienze e proponendo soluzioni, gli studenti valuteranno i compromessi e daranno priorità agli interventi efficaci. Gli studenti collegheranno le loro scoperte a soluzioni praticabili che affrontano l'inefficienza energetica su scala comunitaria. Gli studenti apprezzeranno il ruolo dell'azione collettiva nell'affrontare le sfide globali della sostenibilità, tra cui SDG 7 (Energia accessibile e pulita), SDG 11 (Città e comunità sostenibili) e SDG 13 (Azione per il clima).

Per concludere questa fase, gli studenti si impegneranno in una discussione incentrata su domande aperte. Queste domande sono progettate per incoraggiare una riflessione più approfondita sullo studio e sulle sue implicazioni più ampie. Diverse domande possono essere aperte alla discussione:

- Quali modelli hai osservato nella dispersione di calore nei diversi edifici e come questi si allineano con le tue ipotesi?
- Quali fattori (ad esempio, tipologia dell'edificio, età, ubicazione) hanno contribuito maggiormente alle inefficienze individuate?
- Quali soluzioni daresti priorità per ridurre la dispersione di calore nella tua comunità e perché?
- In che modo i dati raccolti possono orientare le politiche locali o le campagne di sensibilizzazione sull'efficienza energetica?
- Quali sono i potenziali ostacoli all'implementazione di miglioramenti dell'isolamento a livello di comunità?
- In che modo la lotta alla dispersione di calore nelle aree urbane contribuisce agli sforzi globali per contrastare il cambiamento climatico e promuovere la sostenibilità?

Collegamento a temi più ampi: questa fase evidenzia il potere dell'azione collettiva e del processo decisionale basato sulle prove nell'affrontare l'inefficienza energetica urbana. Collegando le loro scoperte a sfide sociali e ambientali più ampie, gli studenti comprenderanno l'importanza della scienza nel dare forma alle politiche e nel guidare il cambiamento. Riconosceranno inoltre il ruolo della propria comunità nel contribuire agli obiettivi di sostenibilità globale.

Gli studenti possono utilizzare le loro scoperte per creare progetti di impatto, come:

- Progettazione di una campagna di sensibilizzazione pubblica sull'importanza dell'isolamento e dell'efficienza energetica.
- Proposta di un piano d'azione comunitario per ristrutturare gli edifici più vecchi o migliorare l'isolamento nelle aree vulnerabili.
- Presentare i risultati delle ricerche alle autorità o alle organizzazioni locali per promuovere politiche edilizie orientate all'efficienza energetica.

Questa fase finale conclude l'indagine con un invito all'azione, incoraggiando gli studenti a utilizzare le proprie conoscenze scientifiche per dare un contributo significativo alle loro comunità e al pianeta.

Implementazione pratica 1

Raccogli dati con il sensore di umidità e temperatura

Materiali e strumenti necessari

Per programmare una scheda micro:bit per la raccolta di umidità e temperatura, avrai bisogno dei seguenti materiali:

- **Scheda Micro:bit V2 e sensori integrati:** la scheda principale programmabile include un sensore di luce integrato tramite il suo display LED, un sensore di livello sonoro integrato e un sensore di temperatura integrato - Circa 19 EUR per micro:bit (controlla i prezzi qui)
- **Cavo Micro-USB:** Per alimentare e programmare il micro:bit
- **Batteria (opzionale):** per il funzionamento portatile se il micro:bit deve essere scollegato - Puoi controllare la batteria ufficiale del micro:bit disponibile per l'acquisto a circa 2,20 EUR a confezione qui

Puoi anche acquistare il kit Micro:bit V2 comprensivo di cavo USB e batteria per 21 EUR a kit (controlla qui) o 177 EUR per 10 kit (controlla qui)

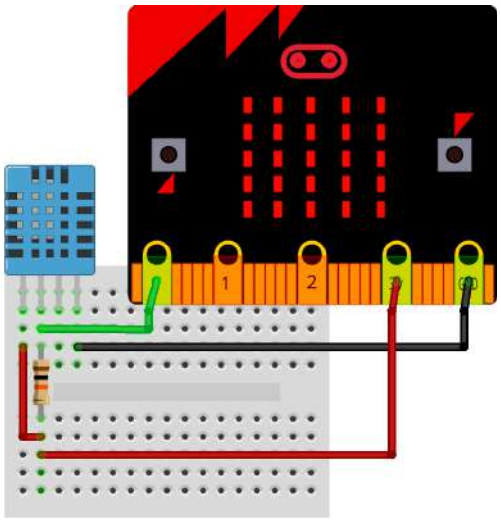
- **Sensore DHT22 (o DHT11):** DHT11 e DHT22 sono due sensori molto diffusi tra gli utenti di microcontrollori, in particolare i più economici DHT11. I DHT22 costano di più ma hanno una migliore risoluzione dei dati.
- **Computer o tablet:** per scrivere e caricare il codice.
- **Ambiente di programmazione:** MakeCode Online Editor

Consigliamo per questo passaggio di programmare almeno da 3 a 6 schede micro:bit per condividerle tra gli studenti e raccogliere più informazioni e dati. Puoi farlo con una sola scheda, ma dovrai espandere la durata complessiva del periodo di raccolta o ridurre la durata del periodo di raccolta per studente da 7 a 3 giorni.

Istruzioni per il cablaggio e l'utilizzo della scheda micro:bit

Seguire questi passaggi per programmare, posizionare, registrare e recuperare dati ambientali utilizzando micro:bit.

Fase 1: Cablaggio del sensore di temperatura/umidità alla scheda Micro:bit:



Esistono due tipi di DHT11/DHT22, uno senza schede PCB e con 4 pin; l'altro ha schede PCB, resistori pull-up integrati e solo 3 pin.

Personalmente ti consiglierei di usare le versioni PCB. Per la versione PCB è facile: Vcc (+) a 3,3 V o 5 V (entrambi funzionano), GND (-) a GND, Data (out) a qualsiasi pin GPIO tu voglia.

Se si utilizza la versione a 4 pin, sarà necessario aggiungere una resistenza (nel mio test 220 Ω - 10 KΩ funzionano sotto i 3,3 V; sopra questo valore il sensore non risponde) tra Vcc e Data per aumentare la tensione del pin dati.

Oppure puoi semplicemente usare l'opzione pull up nel blocco query: il micro:bit ha resistori interni di circa 12-13 KΩ. Il terzo pin sul sensore a 4 pin da sinistra non viene utilizzato.

Collega il tuo DHT seguendo questo schemaCorpo qui a lato:

Fase 2: Programmazione del Micro:bit:

Collega la scheda Micro:bit: Con il tuo cavo USB, collega la scheda al tuo computer utilizzando il connettore micro-USB. Una volta collegata, la scheda micro:bit apparirà sul computer come un'unità rimovibile (ad esempio, "MICROBIT").

Scrivi il programma: apri l'editor MakeCode per creare un programma che raccolga dati di luce, rumore e temperatura utilizzando i sensori integrati della scheda di programmazione Micro:bit V2. Dai un nome chiaro al tuo progetto prima di iniziare.

Una volta nell'editor e dopo aver creato il nuovo progetto, verrà visualizzata la schermata predefinita "pronta all'uso" mostrata qui e sarà necessario installare un'estensione.

Le estensioni in MakeCode sono gruppi di blocchi di codice che non sono direttamente inclusi nei blocchi di codice di base presenti in MakeCode.

Le estensioni, come suggerisce il nome, aggiungono blocchi per funzionalità specifiche. Ci sono estensioni per una vasta gamma di funzionalità molto utili, aggiungendo gamepad, tastiera, mouse, servo e capacità di robotica e molto altro. Nelle colonne di visualizzazione dei blocchi, fai clic sul pulsante EXTENSIONS.

Nell'elenco delle estensioni disponibili, cerca l'estensione Datalogger che verrà utilizzata per questa attività. Fai clic sull'estensione che vuoi utilizzare e un nuovo gruppo di blocchi apparirà nella schermata principale. Fai lo stesso per il sensore di temperatura/umidità cercando l'estensione DHT11/DHT22.

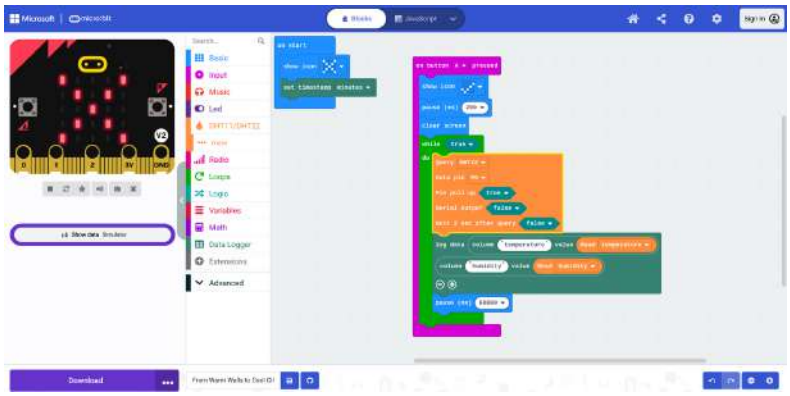
Quindi, puoi iniziare a organizzare il tuo blocco seguendo il codice fornito a lato (aggiungere un ciclo infinito, registrare i dati nel datalogger...).

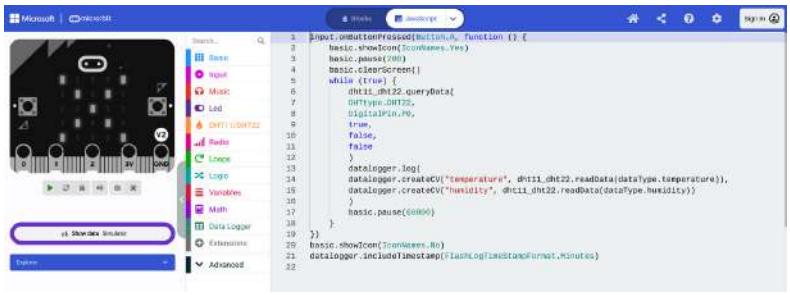
È anche possibile copiare e incollare il codice nell'editor Javascript disponibile.

Una volta che il programma funziona correttamente sul simulatore, trasferiscilo sul tuo Micro:bit: clicca su "Download" in MakeCode per generare un file .hex.

Questo file contiene il programma compilato che permetterà alla scheda di funzionare. Copia il file .hex dalla cartella di download all'unità rimovibile "MICROBIT".

Una volta copiato il file, la scheda si riavvia automaticamente ed esegue il codice.





<u>Fase 3: Posizionamento del Micro:bit e inizio della registrazione dei dati</u>

Una volta programmato, posiziona il micro:bit per raccogliere i dati di cui hai bisogno in un'area in cui possa misurare con precisione umidità e temperatura senza ostacoli.

Utilizzare un computer o una batteria esterna per alimentare costantemente il micro:bit durante la registrazione.

Prima di andare a letto, premere il pulsante "A" sul MicroBit per avviare la registrazione dei dati tramite il programma.

<u>Fase 4: Recupero dei dati e pulizia della scheda per la successiva sessione di registrazione</u>

Ogni mattina, per evitare perdite di dati, consigliamo di scollegare il micro:bit dalla fonte di alimentazione per interrompere la registrazione dei dati e di collegare il micro:bit al computer per accedere al file compilato durante la notte dal datalogger (che si chiamerà “MY_DATA.HTM, disponibile sull'unità micro:bit).

Copia questo file sul tuo computer e rinominalo con la data corrente (ad esempio, BOARD1_NAME_YYYY-MM-DD.HTM).

Dopo aver copiato e rinominato il file, eliminare il file MY_DATA.HTM dalla scheda MicroBit per liberare spazio e consentire la registrazione di nuovi dati.

Ripetere il procedimento per la sessione successiva.

Al termine del periodo di raccolta sarà possibile recuperare tutti i file raccolti dalle diverse schede micro:bit.

Una volta aperte, le pagine del registro dati saranno accessibili. Forniranno tutti i dati raccolti e ti consentiranno di scaricarli in formato .csv.

Codice

Ecco il codice Javascript utilizzato per programmare una scheda micro:bit per raccogliere regolarmente dati su umidità e temperatura:

```
input.onButtonPressed(Button.A, function () {
    basic.showIcon(IconNames.Yes)
```

```
    basic.pause(200)
    basic.clearScreen()
    while (true) {
        dht11_dht22.queryData(
        DHTtype.DHT22,
        DigitalPin.P0,
        true,
        false,
        false
        )
        datalogger.log(
        datalogger.createCV("temperature",dht11_dht22.readData(dataType.temperature)),
        datalogger.createCV("humidity",dht11_dht22.readData(dataType.humidity))
        )
        basic.pause(60000)
    }
})
basic.showIcon(IconNames.No)
datalogger.includeTimestamp(FlashLogTimeStampFormat.Minutes)
```

Come funziona il codice?

Questo programma misura l'umidità e la temperatura. Ogni minuto (l'intervallo può essere modificato per corrispondere a 10 secondi, 5 minuti, due volte all'ora...) il programma compila le informazioni in un "datalogger" da cui possiamo scaricare un file .csv.

Un file .csv (Comma-Separated Values) è un formato di file di testo utilizzato per archiviare dati tabulari (come in una tabella o un foglio di calcolo). Ogni riga del file rappresenta una riga di dati e ogni valore in una riga è separato da un delimitatore (spesso una virgola, ma a volte un punto e virgola o una tabulazione). È possibile recuperare dati da un file .csv in un software per fogli di calcolo come Excel o LibreOffice Calc. In Excel, apri il software, fai clic su File > Apri, seleziona il file .csv e configura i delimitatori se necessario tramite lo strumento di importazione. In LibreOffice Calc, segui un processo simile: fai clic su File > Apri, seleziona il file e utilizza la procedura guidata di importazione per scegliere il delimitatore (ad esempio, virgola o punto e virgola). In entrambi i casi, i dati vengono visualizzati in formato tabella, pronti per essere analizzati.

Inizializzazione dell'evento di pressione del pulsante "A": quando l'utente preme il pulsante "A" sul MicroBit, viene attivata la funzione input.onButtonPressed(Button.A, function () {...}).

Visualizzazione dell'icona "Sì" durante l'esecuzione: prima di avviare la registrazione dei dati, il programma visualizza l'icona "Sì" (basic.showIcon(IconNames.Yes)) per 200 millisecondi (0,2 secondi) per indicare che il processo di registrazione è iniziato.

Pausa di 200 millisecondi: dopo aver visualizzato l'icona "Sì", il programma attende 200 millisecondi utilizzando basic.pause(200).

Cancellazione dello schermo: dopo una pausa di 200 millisecondi, lo schermo viene cancellato tramite basic.clearScreen(), che lo prepara per le operazioni successive senza riempirlo di immagini.

Ciclo di raccolta dati infinito: il programma entra in un ciclo infinito while (true). Ciò significa che i dati verranno raccolti e registrati all'infinito finché il MicroBit non verrà spento o riavviato.

Interrogazione del sensore: il blocco dht11_dht22.queryData(), seleziona il tipo di modulo e legge i dati (si consiglia di attendere tra le query; almeno 1 secondo per DHT11 e 2 secondi per DHT22) dal sensore. La query deve essere inviata prima di ottenere il valore della temperatura e dell'umidità. Verifica anche il checksum dai sensori. Se il checksum è errato, otterrai -999 per entrambe le letture di temperatura e umidità e il blocco "Ultima query riuscita?" restituirà false.

Registrazione dei dati nel datalogger: a ogni iterazione del ciclo, il programma registra i valori dai sensori MicroBit:

- Temperatura: dht11_dht22.readData(dataType.temperature), che recupera la temperatura attuale in gradi Celsius.
- Umidità: dht11_dht22.readData(dataType.humidity), che misura l'umidità relativa attuale.

La temperatura si misura in gradi Celsius (°C) e l'umidità relativa in percentuale.

Questi valori vengono registrati nel datalogger come variabili con rispettivi nomi ("temperatura", "umidità"). Ciò avviene tramite la funzione datalogger.log():

```
datalogger.log(
datalogger.createCV("temperatura", dht11_dht22.readData(dataType.temperatura)),
datalogger.createCV("umidità", dht11_dht22.readData(dataType.umidità))
)
```

La funzione createCV consente di creare un "CV" (valore di contesto) per ciascun sensore, mentre la funzione datalogger.log consente di registrare questi valori in un file sul MicroBit.

Pausa di 60.000 millisecondi prima della lettura successiva: dopo ogni registrazione, il programma attende 60.000 millisecondi (1 minuto) prima di leggere nuovamente i valori del sensore. Ciò si ottiene con basic.pause(60000).

Timestamping dei dati (incluso tramite datalogger.includeTimestamp): al di fuori della funzione collegata al pulsante, il comando datalogger.includeTimestamp(FlashLogTimeStampFormat.Minutes) viene utilizzato per includere un timestamp con ogni registrazione dati. Il formato del timestamp è in minuti, il che significa che ogni registrazione avrà un indicatore di tempo basato sui minuti trascorsi dall'avvio del programma.

Visualizzazione dell'icona "No" prima dell'esecuzione: prima che l'utente prema il pulsante "A", il programma visualizza un'icona "No" (basic.showIcon(IconNames.No)) per indicare che il MicroBit è in attesa dell'azione dell'utente.

Implementazione pratica 2

Utilizzo di telecamere termiche per l'analisi dell'isolamento

Perché utilizzare una termocamera?

Una termocamera è uno strumento potente per identificare le aree di perdita di calore negli edifici. Catturando immagini a infrarossi, rivela le variazioni di temperatura sulle superfici di pareti, finestre e tetti. Queste informazioni aiutano a individuare i punti deboli dell'isolamento, come ponti termici, perdite d'aria o materiali degradati, problemi che sono spesso invisibili a occhio nudo.

Come funziona una telecamera termica?

Le telecamere termiche rilevano la radiazione infrarossa emessa dagli oggetti in base alla loro temperatura. Convertono questa radiazione in un'immagine codificata a colori, dove ogni colore corrisponde a un intervallo di temperatura:

- **Rosso/Giallo:** aree più calde, che spesso indicano perdita di calore.
- **Blu/Viola:** aree più fredde, che potrebbero indicare correnti d'aria o scarso isolamento.

Gli studenti possono interpretare queste immagini per comprendere le variazioni termiche e individuare le aree da migliorare.

Passaggi per un uso efficace della termocamera

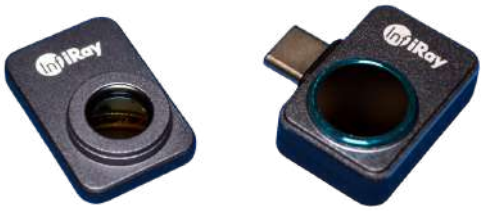
1. **Preparazione:**
   - Assicurarsi che la telecamera sia calibrata correttamente.
   - Scegli un momento in cui ci sia una differenza di temperatura significativa tra l'interno e l'esterno (ad esempio, una fredda mattina invernale o un caldo pomeriggio estivo).
2. **Cattura delle immagini:**
   - Esaminare sistematicamente pareti, finestre, porte e tetti.
   - Tenere ferma la telecamera e mantenere una distanza costante dalle superfici.
   - Evitare di puntare la fotocamera direttamente verso fonti di calore come termosifoni o dispositivi elettronici, poiché potrebbero falsare i risultati.
3. **Analisi delle immagini:**
   - Cercare zone rosse o gialle sulle pareti esterne, che spesso indicano una perdita di calore.
   - Individuare le zone blu vicino a finestre o porte, che potrebbero indicare la presenza di correnti d'aria.
4. **Documentazione delle osservazioni:**
   - Annota ogni immagine con posizione, condizioni ambientali (ad esempio temperatura esterna, meteo) e osservazioni.
   - Confrontare le immagini scattate prima e dopo eventuali miglioramenti, se applicabili.

Suggerimenti e precauzioni:

- Condizioni meteorologiche: evitare di catturare immagini alla luce diretta del sole o in caso di vento forte, poiché potrebbero influenzare le letture.
- Posizionamento: mantenere la telecamera perpendicolare alla superficie per ridurre al minimo le distorsioni.
- Illuminazione interna: limitare le fonti di luce calda che potrebbero interferire con le misurazioni.
- Precisione della temperatura: una termocamera è principalmente pensata (ed è molto adatta) per trovare punti caldi e freddi, ma determinarne la temperatura effettiva è difficile e impreciso. Entrano in gioco i seguenti fattori: - Emissività, è impostato il coefficiente di emissione corretto a seconda della superficie misurata? - Distanza dall'oggetto - Temperatura ambiente / differenza tra la temperatura interna della termocamera e quella dell'ambiente - Qualità dell'obiettivo - Intervallo di misurazione scelto (ampio intervallo / alta risoluzione).

Selezione della termocamera giusta

La scelta di una termocamera per questa attività dipende dalle risorse a disposizione dell'insegnante e della scuola. Le termocamere variano molto in termini di costi, caratteristiche e portabilità. Gli insegnanti sono incoraggiati a esplorare opzioni locali, come il prestito di dispositivi da autorità municipali, organizzazioni ambientaliste o università. Molte città hanno programmi per prestare apparecchiature di termografia, che possono ridurre significativamente i costi, fornendo al contempo l'accesso a strumenti di alta qualità.

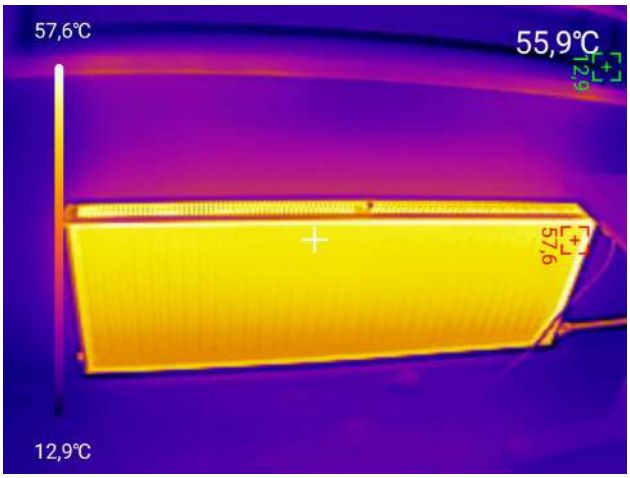


Per le scuole che cercano opzioni accessibili e convenienti, le termocamere compatibili con gli smartphone come Infiray P2 Pro offrono una soluzione pratica. Questi dispositivi sono compatti, facili da usare e si collegano direttamente agli smartphone Android, trasformandoli in potenti strumenti di imaging termico. Sebbene non offrano le funzionalità avanzate delle termocamere autonome, sono adatte per attività didattiche in cui semplicità e portabilità sono priorità.

Visualizzazione dei dati termici: immagini di esempio

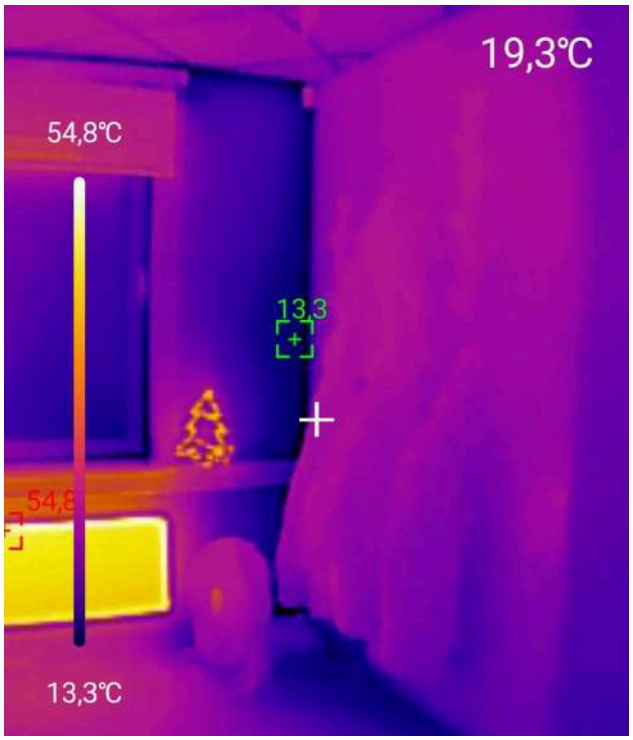
Di seguito sono riportati esempi di immagini termiche reali acquisite durante l'analisi dell'isolamento, che evidenziano problemi comuni come ponti termici, correnti d'aria e dispersione di calore attraverso pareti o finestre.

Radiatore e parete circostante



- **Descrizione**: Questa immagine evidenzia un radiatore come una fonte di calore significativa, con temperature superiori a 55 °C, mentre la parete circostante rimane più fredda. Ciò dimostra la concentrazione di calore localizzata e le potenziali inefficienze nella distribuzione del calore in tutta la stanza.
- **Informazioni chiave**: tali immagini possono aiutare a stabilire se l'isolamento attorno ai radiatori è sufficiente o se si verifica una perdita di calore attraverso le pareti vicine.

Perdita di calore dalle finestre

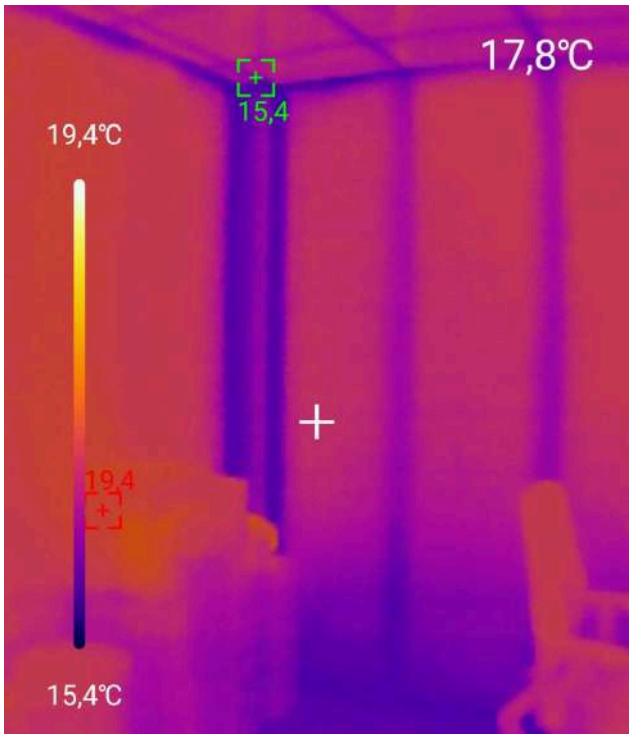


- **Descrizione**: Un'immagine termica di una finestra rivela forti contrasti di temperatura. Le aree luminose (oltre i 54 °C) indicano una significativa perdita di calore attraverso il telaio della finestra e l'angolo del muro.
- **Informazioni chiave**: questo evidenzia l'importanza di finestre ben sigillate e con doppi vetri per ridurre la perdita di energia.

Vano scala con ponti termici

- **Descrizione**: In questa immagine della tromba delle scale, i ponti termici sono visibili vicino al soffitto e agli stipiti delle porte, dove le temperature variano da 22°C a 11°C. Ciò suggerisce un isolamento scadente nelle giunzioni strutturali. La tromba delle scale è anche molto fredda ed è probabilmente una grande fonte di perdita di calore.
- Informazioni chiave: l'identificazione dei ponti termici consente di apportare miglioramenti mirati all'isolamento per aumentare l'efficienza energetica.

Punti freddi in una stanza



- **Descrizione**: Questa immagine termica di una stanza mostra punti freddi (15°C) lungo gli angoli del soffitto e zone più calde (19°C) vicino ai mobili. Questa distribuzione indica un riscaldamento non uniforme, potenzialmente causato da un isolamento inadeguato.
- **Informazioni chiave**: l'analisi di tali modelli aiuta a individuare le aree in cui potrebbe essere necessario un isolamento aggiuntivo o una migliore ventilazione.

Guida pratica: utilizzo di Infiray P2 Pro per l'analisi termica

Infiray P2 Pro è una termocamera compatta e versatile progettata per smartphone Android. La sua interfaccia intuitiva e la portabilità la rendono uno strumento ideale per attività didattiche incentrate sull'isolamento termico e l'efficienza energetica. Di seguito è riportata una guida dettagliata per utilizzare il dispositivo in modo efficace per l'analisi termica.

Introduzione a Infiray P2 Pro

Prima di iniziare qualsiasi attività di imaging termico, è essenziale assicurarsi che Infiray P2 Pro sia compatibile con il dispositivo che si intende utilizzare. La fotocamera si collega tramite USB-C, quindi verificare che lo smartphone abbia una porta USB-C e funzioni con un sistema operativo Android.

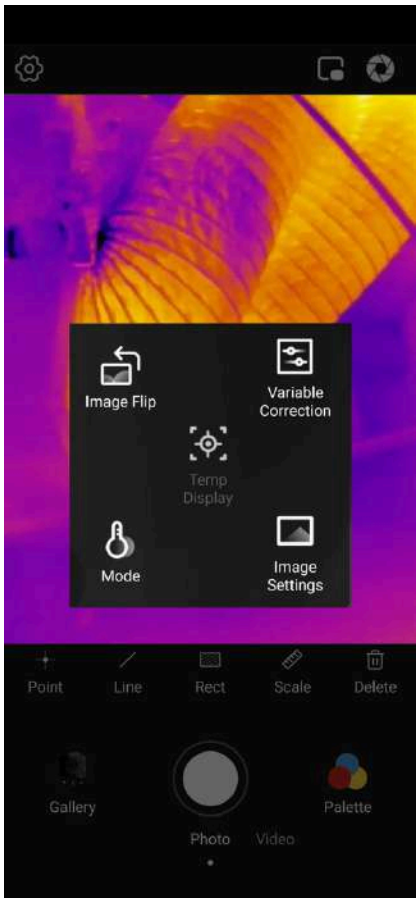
Inizia scaricando l'app Infiray dal Google Play Store. Questa applicazione dedicata abilita tutte le funzionalità di imaging termico della telecamera. Una volta installata, collega Infiray P2 Pro alla porta USB-C dello smartphone. Apri l'app per attivare la telecamera e segui le istruzioni sullo schermo per completare il processo di configurazione. In questa fase, è importante calibrare la telecamera, poiché le letture accurate della temperatura dipendono dalla corretta calibrazione.

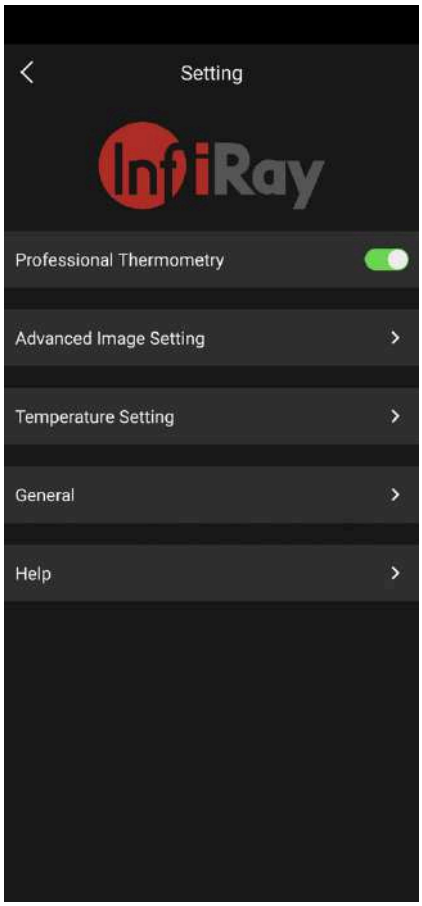
Configurazione della telecamera per l'analisi dell'isolamento

L'imaging termico richiede precisione per evidenziare efficacemente le differenze di temperatura. Una volta attivata la telecamera, configurarla in base all'ambiente che si sta analizzando:

- **Calibrazione**: l'app ti guiderà attraverso una fase iniziale di calibrazione. Questo processo allinea i sensori della fotocamera alle condizioni ambientali, garantendo letture affidabili della temperatura.
- **Intervallo di temperatura**: regola l'intervallo in base al tuo ambiente. Per le impostazioni interne, un intervallo da -10°C a 40°C funziona bene, ma per le analisi esterne in inverno o estate, potrebbe essere necessario un intervallo più ampio.
- **Palette di colori**: scegli una palette che massimizzi il contrasto per una più facile interpretazione delle differenze di temperatura. Ad esempio, la palette "Ironbow" evidenzia le aree più calde in rosso vivo e quelle più fredde in blu, facilitando l'identificazione delle anomalie termiche.

Tali configurazioni devono essere riviste e modificate secondo necessità nel corso dell'analisi, soprattutto se le condizioni cambiano.





Esecuzione di ispezioni termiche

Una volta configurato, Infiray P2 Pro può essere utilizzato per ispezionare varie parti di un edificio per identificare la perdita di calore:

- **Pareti e finestre**: inizia esaminando le pareti e le finestre. Cerca punti caldi (spesso rossi o gialli nella tavolozza dei colori) sulle pareti, che indicano perdite di calore, o punti freddi attorno alle finestre, che potrebbero suggerire correnti d'aria.
- **Tetti e porte:** spostatevi in aree come tetti e porte, che sono comuni fonti di perdita di calore. Osservate attentamente le aree in cui i materiali si incontrano, come telai delle porte o giunti del tetto, poiché sono potenziali ponti termici.

- **Misurazioni**: l'app consente di toccare punti specifici nell'immagine per visualizzarne la temperatura esatta. Utilizzare questa funzione per misurare il gradiente di temperatura sulle superfici e documentare i modelli di trasferimento del calore.

Documentazione delle osservazioni

L'imaging termico è utile solo quanto i dati raccolti. Dopo aver catturato le immagini, è essenziale documentarle in modo approfondito per un'analisi successiva:

- **Annotazione delle immagini**: salva ogni immagine termica con etichette che specificano la posizione, le condizioni ambientali (ad esempio, temperatura esterna, velocità del vento) e tutte le osservazioni effettuate durante la scansione.
- **Confronto delle condizioni**: acquisire immagini della stessa posizione in condizioni diverse (ad esempio, prima e dopo l'isolamento) per visualizzare i miglioramenti nelle prestazioni termiche.

L'app Infiray consente di organizzare sistematicamente i dati acquisiti, assicurando che nessun dettaglio critico vada perso.

Analisi dei risultati

Dopo l'ispezione, analizzare i dati raccolti per trarre conclusioni significative:

- **Identificazione di modelli:** cercare modelli di perdita di calore coerenti in aree simili, come finestre o pareti non isolate.
- **Correlazione con dati sperimentali**: confronta i tuoi risultati con quelli di precedenti esperimenti di isolamento condotti in laboratorio. Ciò può aiutare a convalidare l'efficacia di materiali specifici.
- **Proposta di soluzioni**: sulla base dell'analisi, identificare misure pratiche per migliorare l'isolamento, come la sigillatura delle fessure, il rifacimento dell'isolamento o la sostituzione delle finestre con alternative a risparmio energetico.

Integrazione dell'uso della telecamera termica nell'attività

Le telecamere termiche forniscono un modo visivamente coinvolgente e scientificamente rigoroso per esplorare i principi di trasferimento di calore e isolamento. La loro integrazione nell'attività trasforma i concetti teorici in osservazioni tangibili, favorendo una comprensione più profonda dell'efficienza energetica e della sostenibilità. Di seguito sono riportate idee ampliate su come integrare efficacemente l'imaging termico nell'attività:

Esplorazione guidata e dimostrazione

- Inizia con una dimostrazione in classe della termocamera, consentendo agli studenti di osservarne la funzionalità in un ambiente controllato. Ad esempio, mostra come una termocamera rileva le differenze di calore su una tazza di acqua calda rispetto a una superficie fredda.
- Confronta superfici con materiali diversi, come metallo, legno e schiuma, per illustrare le differenze nella conduttività termica. Questa introduzione pratica aiuta gli studenti a collegare le immagini termiche ai concetti scientifici chiave.

Raccolta dati strutturati

- Analisi interna: organizza gli studenti in piccoli gruppi per analizzare diverse parti dell'edificio scolastico, come muri, finestre e porte. Assegna ruoli specifici (ad esempio, operatore di ripresa, prenditore di appunti e analista di dati) per garantire che tutti gli studenti siano coinvolti nell'attività.
- Analisi all'aperto: estendere l'attività all'aperto, dove gli studenti possono confrontare le emissioni termiche delle pareti illuminate dal sole con quelle in ombra o identificare le variazioni di temperatura causate da fattori ambientali come il vento o la luce solare.

Analisi comparativa

- Scenari prima e dopo: incoraggiare gli studenti a usare la telecamera per documentare scenari "prima" e "dopo", come posizionare l'isolamento su una superficie o sigillare le fessure attorno a una finestra. Confrontare le immagini termiche per visualizzare l'efficacia dei loro interventi.

- Confronti di materiali: condurre esperimenti controllati per confrontare le proprietà isolanti dei materiali testati in laboratorio con osservazioni di isolamento nel mondo reale. Ad esempio, gli studenti potrebbero valutare le prestazioni di un muro scolastico rispetto a un muro isolato con schiuma o lana.

Integrazione con altri strumenti

- Combina l'imaging termico con altri strumenti di misurazione, come sensori di temperatura e umidità. Ciò consente agli studenti di confrontare i gradienti di temperatura catturati dalla termocamera con letture specifiche per punto dai sensori, fornendo un'analisi più completa.

Incoraggiare il pensiero critico

- Facilita discussioni di gruppo in cui gli studenti interpretano le loro scoperte. Fai domande come:
  - *Perché alcune zone perdono più calore di altre?*
  - *Quali fattori esterni potrebbero influenzare i risultati (ad esempio, condizioni meteorologiche, materiali da costruzione)?*
  - *A quali interventi daresti priorità e perché?*
- Incoraggiare gli studenti a riflettere sui limiti della termografia, come la sua sensibilità alle condizioni ambientali o le difficoltà nell'interpretazione dei dati senza contesto.

Coinvolgere gli studenti attraverso la tecnologia

- Rendi ludica l'attività: trasforma l'esercizio di termografia in una sfida, ad esempio "Individua la maggiore perdita di calore" o "Progetta la migliore soluzione di isolamento". Premia la creatività e il ragionamento scientifico.
- Sfrutta app e software: se l'app della telecamera termica supporta sovrapposizioni o annotazioni in tempo reale, incoraggia gli studenti a utilizzare queste funzionalità per creare immagini o video dettagliati e annotati che spieghino le loro scoperte.

Incorporando l'imaging termico nell'attività, gli studenti non solo acquisiscono competenze tecniche nell'uso di strumenti avanzati, ma sviluppano anche una comprensione più profonda di come la scienza possa risolvere problemi del mondo reale. L'attività diventa più coinvolgente, collaborativa e di impatto, aiutando gli studenti a creare collegamenti tra il loro apprendimento e sfide sociali più ampie come la sostenibilità e l'azione per il clima.

Avvio di progetti di follow-up

Sperimentazione di energia rinnovabile e isolamento

Idea: combinare studi sull'isolamento con l'esplorazione delle energie rinnovabili progettando case solari passive in miniatura.
Attività: gli studenti costruiscono modelli in scala ridotta di case a risparmio energetico, incorporando pannelli solari e ottimizzando l'isolamento per ridurre il consumo di energia.
Obiettivo: esplorare come le tecnologie di isolamento e di energia rinnovabile lavorano insieme per ridurre al minimo l'impronta di carbonio di un edificio.
Ispirazione: collegare questo progetto al concetto di "edifici a energia netta zero" e agli sforzi globali per combattere il cambiamento climatico.

Progettare città a prova di futuro

Idea: sfidare gli studenti a immaginare e progettare aree urbane sostenibili ed efficienti dal punto di vista energetico.
Attività: utilizzando strumenti di mappatura o software di progettazione (ad esempio, Google Earth, SketchUp), gli studenti creano layout urbani che incorporano tetti verdi, edifici isolati e infrastrutture per l'energia rinnovabile.
Obiettivo: promuovere il pensiero critico su come la progettazione urbana influenzi l'efficienza energetica e la vivibilità.
Ispirazione: collegarsi all'SDG 11 delle Nazioni Unite (Città e comunità sostenibili) esplorando come le città possono ridurre le isole di calore e migliorare le prestazioni energetiche.

Indagine sulle pratiche di isolamento globali

Idea: confrontare le tecniche di isolamento utilizzate in diversi climi e culture.
Attività: ricercare le pratiche di isolamento tradizionali e moderne in tutto il mondo (ad esempio, igloo, case in mattoni di fango, costruzioni in balle di paglia).
Obiettivo: evidenziare la relazione tra risorse locali, clima e progettazione edilizia, ispirando al contempo gli studenti a pensare globalmente.
Ispirazione: discutere di come la conoscenza indigena possa informare l'architettura sostenibile oggi.

Costruire e testare l'isolamento intelligente

Idea: esplorare come la tecnologia può migliorare le prestazioni di isolamento.
Attività: gli studenti integrano i sensori nei loro esperimenti di isolamento per monitorare temperatura e umidità in tempo reale. Testano "materiali intelligenti" come i materiali a cambiamento di fase (PCM) che si adattano ai cambiamenti di temperatura.
Obiettivo: combinare la scienza dell'isolamento con competenze STEM come programmazione e analisi dei dati.
Ispirazione: introdurre il concetto di case intelligenti e il loro ruolo nei futuri sistemi energetici.

Organizzazione di un audit energetico della comunità

Idea: ampliare l'attività di mappatura del calore urbano per coinvolgere la comunità locale.
Attività: gli studenti collaborano con i residenti locali per analizzare i modelli di dispersione del calore nelle case e proporre soluzioni collettive (ad esempio, sigillare le fessure, ristrutturare gli edifici più vecchi).
Obiettivo: promuovere la collaborazione e la consapevolezza sull'efficienza energetica all'interno della comunità.
Ispirazione: utilizzare i risultati per sostenere cambiamenti nelle politiche locali o programmi di riqualificazione guidati dalla comunità.

Esplorare il ruolo dei materiali nella sostenibilità

Idea: esaminare gli impatti del ciclo di vita dei materiali isolanti.
Attività: ricercare e confrontare gli impatti ambientali di vari materiali (ad esempio, schiuma, lana, cellulosa). Discutere i compromessi tra prestazioni, costi e sostenibilità.
Obiettivo: incoraggiare gli studenti a pensare in modo critico alle scelte dei materiali e ai loro impatti a lungo termine.
Ispirazione: introdurre strumenti di analisi del ciclo di vita (LCA) per valutare le metriche di sostenibilità.

Simulazione di edifici resilienti al clima

Idea: testare le prestazioni dell'isolamento in condizioni meteorologiche estreme.
Attività: simulare diversi climi in laboratorio (ad esempio, utilizzare ventilatori per il vento, lampade riscaldanti per le alte temperature) e analizzare le prestazioni dei materiali isolanti.
Obiettivo: esplorare come l'isolamento può rendere gli edifici più resilienti agli impatti dei cambiamenti climatici come ondate di calore o ondate di freddo.
Ispirazione: discutere le sfide del mondo reale affrontate da architetti e ingegneri nella progettazione per climi estremi.

Raccontare storie attraverso i dati

Idea: utilizzare lo storytelling per rendere i dati sulla perdita di calore e l'isolamento accessibili e coinvolgenti.
Attività: gli studenti creano video, infografiche o post sui social media che comunicano le loro scoperte e le soluzioni proposte a un pubblico più ampio.
Obiettivo: sviluppare capacità di comunicazione e al contempo aumentare la consapevolezza sull'efficienza energetica.
Ispirazione: condividere i progetti degli studenti sui media locali o sulle piattaforme social per ispirare gli altri.

Esplorare la politica e l'economia

Idea: esaminare come le politiche e gli incentivi influiscono sull'efficienza energetica a livello di comunità.
Attività: gli studenti ricercano programmi locali o nazionali (ad esempio, incentivi fiscali per il retrofitting) e analizzano scenari costi-benefici per l'implementazione di aggiornamenti dell'isolamento.
Obiettivo: comprendere l'intersezione tra scienza, economia e politica nel guidare gli sforzi di sostenibilità.
Ispirazione: collegare questa attività a carriere nella politica ambientale, nella pianificazione urbana o nella consulenza energetica.

Indagine su isolamento e salute

Idea: esplorare come l'isolamento influisce sulla qualità dell'aria interna e sul benessere degli occupanti.
Attività: utilizzare sensori per misurare temperatura, umidità e qualità dell'aria in spazi isolati e non isolati.
Obiettivo: dimostrare come un buon isolamento contribuisca alla salute prevenendo la crescita di muffe, mantenendo il comfort e riducendo l'esposizione a temperature estreme.
Ispirazione: collegare i risultati alle popolazioni vulnerabili e come l'efficienza energetica può migliorare la qualità della vita.

Esplorare iniziative stimolanti

1. **Campagne di efficienza energetica nelle comunità locali**: Chaque geste compte: economize energy (Francia) – Una campagna nazionale che incoraggia il risparmio energetico e promuove abitudini eco-compatibili. https://www.ecologie.gouv.fr/presse/chaque-geste-compte-economisons-lenergie-lancement-troisieme-edition-campagne-communication
2. **Incontro sull'efficienza energetica: Eco-Home Lab (Regno Unito)** – Un incontro per promuovere case a risparmio energetico e sensibilizzare sull'isolamento termico. https://www.meetup.com/fr-FR/eco-home-lab-manchester/
3. **Mappatura termografica aerea: PrRE (La Rochelle Urban Community, Francia)** – Un programma regionale a sostegno della ristrutturazione energetica degli edifici residenziali, che offre indicazioni, finanziamenti e risorse per migliorare l'efficienza energetica. https://sigargeo.agglo-larochelle.fr/adws/app/802a9bb1-9361-11ed-9467-eb1bae9b14bc/index.html
4. **Audit energetici partecipativi: Energy Communities Tipperary Cooperative (Irlanda)** – Una cooperativa che aiuta le comunità locali a condurre audit energetici e implementare soluzioni di retrofit. https://www.energycommunitiestipp.ie
5. **Earth Hour ed eventi di sensibilizzazione sull'energia: Earth Hour (globale)** – Organizzato dal WWF, questo evento globale promuove la consapevolezza sulla conservazione dell'energia e l'azione per il clima. **https://www.earthhour.orgIniziative locali di inverdimento urbano e tetti freddi: Cool Roofs NYC (USA)** – Un programma che installa tetti riflettenti per ridurre le isole di calore urbane e promuovere l'efficienza energetica. https://nyc-business.nyc.gov/nycbusiness/business-services/incentives/nyc-coolroofs
6. **Cooperative di cittadini per la transizione energetica: Enercoop (Francia)** – Una cooperativa per le energie rinnovabili che consente ai cittadini di investire e utilizzare energia verde. https://www.enercoop.fr
7. **Programmi di volontariato per la ristrutturazione della casa: Programma "Home Energy Retrofit" di Habitat for Humanity (globale)** – Un programma di volontariato che aiuta le famiglie a migliorare l'efficienza energetica della casa attraverso la ristrutturazione. https://www.habitat.org/emea/about/what-we-do/residential-energy-efficiency-households
8. **Gruppi di difesa del clima: Fridays for Future (Global)** – Un movimento guidato dai giovani che sostiene l'azione per il clima, comprese le politiche edilizie sostenibili. https://fridaysforfuture.org
9. **Mappatura termica degli edifici pubblici: PrioRéno per edifici pubblici (Francia)** – Un servizio gratuito che offre la mappatura energetica degli stock di edifici pubblici per aiutare a stabilire le priorità nei piani di ristrutturazione. https://www.banquedesterritoires.fr/produits-services/services-digitaux/offre-prioreno
10. **Workshop di formazione della comunità: programma educativo di Energy Savings Trust (Regno Unito)** – Offre risorse e workshop per scuole e comunità sul risparmio energetico. https://energysavingtrust.org.uk
11. **Zero Energy Building Advocacy: Zero Energy Project (USA)** – Sostiene le case a energia zero e fornisce risorse per l'implementazione di soluzioni edilizie a risparmio energetico. https://zeroenergyproject.org

Bibliografia

Riferimenti scientifici:

1. **Manuale ASHRAE: fondamenti**
   - Una guida completa sulle prestazioni termiche degli edifici, sullo scambio termico e sugli standard di isolamento.
   - Editore: ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating, and Air-Conditioning Engineers)
2. **Manuale di isolamento termico per i professionisti dell'edilizia**
   - Autore: Thomas J. Fennell
   - Una risorsa pratica sui materiali isolanti, sui principi di progettazione e sui parametri prestazionali.
3. **Proprietà termiche dei materiali da costruzione: concetti e applicazioni**
   - Autore: R.W. Powell
   - Spiega la conduttività termica, la resistenza e i materiali avanzati utilizzati nell'edilizia.

Strumenti e risorse tecniche:

1. **Manuale utente della termocamera FLIR**
   - Istruzioni per un utilizzo efficace delle termocamere nelle ispezioni edili.
   - Disponibile sul sito ufficiale FLIR Systems. https://www.flir.com
2. **Guida comparativa dei materiali isolanti**
   - Un confronto tra materiali isolanti comuni, tra cui schiuma, cellulosa, fibra di vetro e lana.
   - Disponibile su Energy.gov. https://www.energy.gov/energysaver/articles/insulation-materials
3. **Umap**
   - Con uMap puoi creare mappe (ad esempio mappe termiche urbane personalizzate) con livelli OpenStreetMap in un minuto e incorporarle nel tuo sito.
   - Sito web Umap. https://umap.openstreetmap.fr/en/
4. **Strumenti di analisi del ciclo di vita**
   - Strumenti come SimaPro o OpenLCA per valutare l'impatto ambientale dei materiali isolanti. https://network.simapro.com/evea/. https://www.openlca.org

Casi di studio e applicazioni:

1. **Istituto Casa Passiva**
   - Ricerche e casi di studio su edifici ad alta efficienza energetica.
   - Visita Passive House International. https://passivehouse-international.org
2. **Strategie di mitigazione dell'isola di calore urbano**
   - Pubblicato dall'Agenzia per la protezione dell'ambiente degli Stati Uniti (EPA).
   - Esplora come la progettazione urbana influenza la ritenzione del calore e l'efficienza energetica.
   - Disponibile presso EPA Urban Heat Islands. https://www.epa.gov/heatislands
3. **Alleanza globale delle città cool**
   - Studi e strategie per ridurre le isole di calore urbane attraverso tetti freddi, spazi verdi e un migliore isolamento.
   - Visita Global Cool Cities Alliance. https://www.globalcoolcities.org

Risorse didattiche:

1. **Esperimenti di isolamento per le aule**
   - Guide ad attività pratiche per testare le proprietà di isolamento termico nelle scuole.
   - Disponibile su TeachEngineering.org. https://www.teachengineering.org/activities/view/uoh_insulation_activity1
2. **Termografia ed efficienza energetica**
   - Un corso online gratuito sull'uso della termografia per le ispezioni degli edifici.
   - http://www.flirmedia.com/MMC/THG/Brochures/T820325/T820325_EN.pdf
3. **Obiettivi di sviluppo sostenibile delle Nazioni Unite (SDG)**

- Esplora l'Obiettivo di Sviluppo Sostenibile 7 (Energia pulita e accessibile) e l'Obiettivo di Sviluppo Sostenibile 11 (Città e comunità sostenibili).
- Visita gli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile delle Nazioni Unite. https://sdgs.un.org

Articoli e documenti scientifici:

1. **Un nuovo approccio per l'analisi di involucri edilizi complessi nelle simulazioni energetiche dell'intero edificio**
   - Autori: J. Kosny et al.
   - Si concentra sulla scienza del trasferimento di calore nei materiali da costruzione.
2. **Isola di calore urbano: cause, effetti e misure di mitigazione - Una revisione.**
   - Autori: Nuruzzaman, Md.
   - Rivista: Rivista internazionale di monitoraggio e analisi ambientale
   - Esamina la relazione tra l'isolamento degli edifici e le isole di calore urbane.
3. **Materiali intelligenti Tecnologie innovative in architettura; verso un paradigma di progettazione innovativo**
   - Autori: Abeer Samy Yousef Mohamed
   - Rivista: Energy Procedia
   - Esplora tecnologie di isolamento avanzate come gli aerogel e i materiali a cambiamento di fase.