

Sfruttiamo la luce naturale

Giovanni Cuffaro, Federica Paganelli

Sommario

Lo scenario educativo descritto in questo documento vuole mostrare agli studenti (e non solo) quanto sia facile risparmiare energia elettrica spegnendo l'illuminazione artificiale quando la luce naturale è sufficiente. Lo sviluppo dello scenario cerca di seguire lo schema proposto dagli esperti educatori, partner del progetto, che prevede 4 fasi consecutive: **consapevolezza**, **osservazione**, **sperimentazione** e **azione**.

Keywords

Luce naturale, illuminazione

Indice

	Introduzione	
1	Consapevolezza	1
2	Osservazione	2
3	Sperimentazione	3
4	Azione	4
5	Approfondimenti	4

Introduzione

L'idea alla base dell'attività "Sfruttiamo la luce naturale" è di far toccare con mano quanta energia sprechiamo, per pigrizia, a causa del carente spirito di osservazione critica o perché alcune cose sembra che non ci riguardino direttamente. Si prende in considerazione sia l'impatto ambientale (quantificabile come Kg di CO₂ equivalenti), sia lo spreco di risorse economiche anche, e soprattutto, quando queste sono pubbliche (e quindi alla lunga ne risentiamo tutti).

In molti casi non sono necessari grandi sforzi o investimenti per aumentare l'efficienza¹ energetica di un edificio; in questo scenario ci concentriamo sull'illuminazione, in particolare l'illuminazione delle aree comuni della scuola. La scuola Gramsci-Keynes di Prato è dotata di una hall vasta dotata di ampie finestre trasparenti che lasciano entrare un'ottima quantità di luce naturale, spesso più che sufficiente alle attività che vengono svolte in questo ambiente. Come sicuramente avrete notato le luci sono quasi sempre lasciate accese per l'intera giornata, ed è qui che andremo ad agire. Dopo una parte formativa descritta nella sezione 1, in cui si introduce la tematica dell'illuminazione efficienti e dello sfruttamento della luce naturale, si lascia che gli studenti osservino l'ambiente scolastico al fine di identificare gli sprechi. Una volta individuata nell'illuminazione della hall una situazione migliorabile si studia il problema andando ad osservare i dati provenienti dai sensori dell'infrastruttura di GAIA come descritto nella

¹Il termine efficienza meriterebbe una spiegazione, viene spesso usato senza sapere il suo vero significato e confuso con efficace

sezione 2. Si procede poi con la fase sperimentale, descritta nella sezione 3, in cui si chiede agli addetti di spegnere le luci non necessarie e si effettuano nuove misure, si calcola l'energia sprecata e si cerca di estendere il ragionamento a tutto un anno scolastico. Una volta convinti che è possibile (e talvolta anche facile) ridurre gli sprechi, vogliamo coinvolgere l'intera scuola per spiegare ciò che si è appreso e definire alcune strategie fattibili per sfruttare al massimo la luce naturale minimizzando il consumo elettrico per l'illuminazione; alcuni spunti sono presentati nella sezione 4.

Obiettivi educativi

1. Osservazione critica circa le tematiche di risparmio ed efficienza energetica
2. Consolidamento di strumenti matematici, statistici e nozioni di fisica (es. la differenza tra energia e potenza)
3. Realizzazione e utilizzo di un foglio di calcolo in particolare per la creazione di grafici
4. Consapevolezza riguardo all'impatto dei comportamenti individuali e di gruppo sul consumo energetico.

Al termine dell'attività, gli studenti dovrebbero essere in grado di suggerire modi per limitare il consumo energetico giornaliero utilizzando il solo sensore di luminosità, senza bisogno di calcoli che richiedono più tempo. Grazie a questo si potrà poi costruire una tabella con soluzioni "automatizzate", basate sulle condizioni meteorologiche o sulle attività scolastiche, da strutturare e posizionare accanto all'interruttore della luce in aula.

Strumenti necessari

Foglio di calcolo: Microsoft Excel, LibreOffice Calc

Accesso al BMS: Browser Web, connessione a internet

Attenzione

I sensori utilizzati sono nella hall della scuola, tutte le classi possono partecipare a questa attività!

Attività connesse

Guardiani della luce (A.5, pag. 6) prevede di monitorare l'uso dell'illuminazione nell'aula con l'aiuto del sensore di luminosità (disponibile nelle aule 53 54 e 55 del blocco geometri, oppure utilizzando il sensore di uno smartphone per le aule che non sono dotate di sensori ambientali).

Missioni GAIA Challenge

L'applicazione GAIA Challenge offre vari spunti formativi (A.1).

Luce nel buio [02.01] fornisce alcune nozioni di base riguardo alle lampade a risparmio energetico, alla misura dei Kg di CO₂ equivalenti e introduce semplici calcoli per derivare l'energia consumata da una lampadina. L'attività può essere usata come introduzione per generare curiosità riguardo le tematiche trattate o come consolidamento dell'introduzione che sarà svolta in classe sui temi trattati.

1. Consapevolezza

Le tematiche trattate da questa attività si sposano bene con la missione *Luce ne buio* della GAIA Challenge, questa può essere utilizzata in due modi a discrezione dell'insegnante:

1. come introduzione in modo da incuriosire gli studenti sui temi e provare a far sì che ragionino utilizzando le nozioni già apprese per risolvere i quesiti posti per poi approfondire gli argomenti in classe
2. a consolidamento degli argomenti trattati nell'introduzione che dovrà essere svolta in classe prima della missione

L'introduzione degli argomenti alla classe dipende dal percorso didattico degli studenti (classe, età, indirizzo) ed è quindi lasciata piena autonomia ai docenti di strutturarla come si ritiene più opportuno tenendo conto delle attività descritte nelle sezioni successive e dei prerequisiti di seguito elencati.

Consiglio

Coinvolgi l'insegnante di inglese attivando una collaborazione per leggere e discutere i contenuti in lingua inglese.

Prerequisiti

Unità di misura: elettricità, potenza e energia (W, Wh), luminosità (lux)

Potenza e Energia: differenza tra W e Wh

Prefissi del SI: Kilo, Mega, ...

Nella sezione 5 sono presentate alcuni spunti per approfondimenti da svolgere in classe.

2. Osservazione

Lo scopo di questa fase è osservare, prima con gli occhi e poi con gli strumenti, per individuare situazioni nella scuola dove è possibile applicare un qualche miglioramento sulla base delle nozioni apprese in classe e tramite la GAIA Challenge. L'attività si concentra nella hall della scuola, sarebbe quindi l'ideale che gli studenti si accorgessero da soli che proprio in quest'area è possibile che ci sia uno spreco di energia elettrica a causa dell'illuminazione sempre accesa. Un'idea potrebbe essere di lasciare passare qualche giorno dopo aver affrontato le tematiche introduttive lasciando ai ragazzi il "compito" di osservare gli ambienti della propria scuola. Una volta identificato il problema si procede con la misura strumentale, utilizzando i sensori dell'infrastruttura GAIA e l'applicazione di management dell'edificio (BMS), nella tabella 1 sono riportati i nomi e gli identificativi dei sensori di interesse per questa attività. Il sensore di consumo elettrico misura la potenza assorbita dall'illuminazione e dei dispositivi connessi alla linea delle aree comuni della hall, il sensore di luminosità misura l'intensità luminosa (in lux) ed è situato verticalmente sopra il quadro elettrico della hall. Oltre a utilizzare l'applicazione di management conviene esportare i dati e creare un foglio di calcolo per generare grafici personalizzati e confrontare i valori. Nel caso specifico è interessante confrontare l'andamento della potenza assorbita insieme alla luminosità misurata nella hall. In figura 1 viene presentato un esempio di grafico di confronto da cui si possono evidenziare i seguenti fatti:

- Il consumo non è nullo durante la notte ma pari a circa 800 W
- Alle 6:45 vengono accesi alcuni apparecchi/luci
- Dopo un certo periodo si raggiunge un livello stabile di circa 5000 W
- Alle 17:20 alcuni apparecchi/luci vengono spenti
- Alle 19:20 il consumo si abbassa notevolmente
- La luminosità cresce durante la mattina fino a circa 600 lux e nel pomeriggio raggiunge valori alti a causa dell'orientazione dell'edificio
- Dopo le 17:00 la luminosità decresce rapidamente

Parametro	ID	URI
Potenza	155405	gaia-prato/gw1/QG/Lighting/actpw
Luminosità	155601	gaia-prato/gw1/QG/Lighting/light

Tabella 1. Sensori utili per l'attività.

In aggiunta

Qui di seguito sono proposte alcune attività aggiuntive:

- Osservare le lampadine utilizzate nella hall annotandone il numero per ogni plafoniera, il numero di plafoniere, la tipologia (es. fluorescente, alogena, led), il modello, l'assorbimento, se sono pulite o meno ecc. Utilizzare questi dati per stimare il consumo con tutte

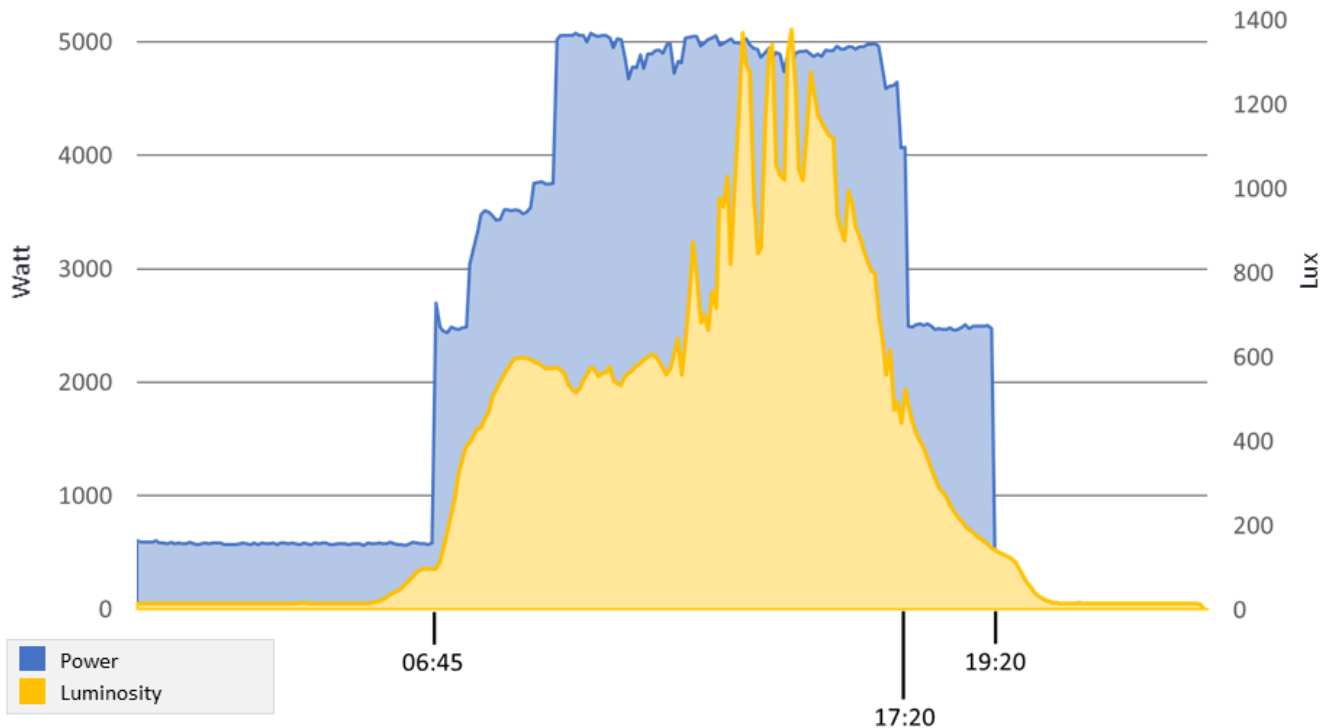


Figura 1. Grafici sovrapposti della potenza elettrica (in blu) e della luminosità (in giallo) relativi alla hall [25/05/2017]

le luci accese e il risparmio presunto che si otterrebbe con lo spegnimento quando l'illuminazione naturale è sufficiente.

- Stimare empiricamente un valore di luminosità tale da permettere un buon comfort visivo nell'area e verificare se questa è in accordo² con le soglie previste ad esempio in **A.10**. Il valore trovato sarà essere utilizzato nelle fasi successive dell'attività in alternativa al valore di raccomandato.

3. Sperimentazione

Una volta che gli studenti avranno preso dimestichezza con gli argomenti e osservato che nella hall è possibile ridurre lo spreco di energia spegnendo le luci quando non sono necessarie si continua con la fase di sperimentazione: tocchiamo con mano il risparmio che è possibile raggiungere.

Vogliamo analizzare i dati per poter definire l'intervallo di tempo in cui c'è uno spreco di energia elettrica, cioè quando la luminosità naturale sarebbe stata sufficiente, e quantificare lo spreco di energia in termini di kWh, KgCO₂ equivalenti e euro.

Per prima cosa dobbiamo definire la soglia sopra la quale si ha un buon comfort visivo, dalle tabelle in **A.10** si ricava un valore raccomandato minimo di 150 lux per un'area di

²Il posizionamento del sensore non sarebbe tale da permettere di usare direttamente i valori tabelle di riferimento, per questo identificare una soglia empiricamente può essere una buona idea.

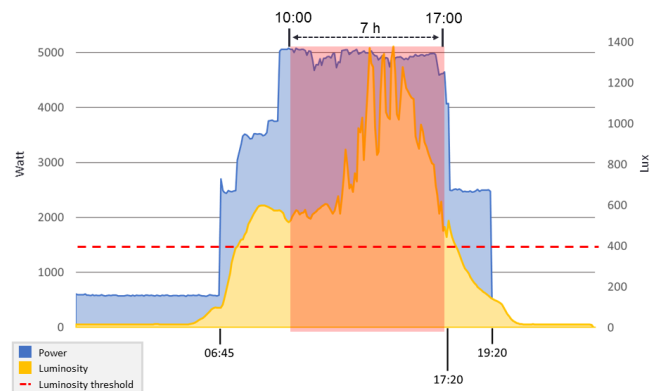


Figura 2. Grafico 1 con soglia e con evidenziato il periodo in cui c'è uno spreco di elettricità.

passaggio come la hall, tenendo conto della posizione non ottimale del sensore e cercando di fare una stima larga, in questo documento abbiamo definito una soglia di 400 lux. In figura 2 viene mostrato il grafico di confronto tra potenza e luminosità con l'aggiunta la soglia, linea orizzontale tratteggiata in rosso, e in cui è stato evidenziato in rosso l'intervallo in cui la luminosità è sopra la soglia³. Analizzando il grafico e i dati si ricava che tra le ore 10:00 e le ore 17:00 le luci sarebbero potute restare spente.

³Nel grafico si è anche tenuto conto di un periodo iniziale di stabilizzazione

Attenzione

I sensori inviano i dati ogni 5 minuti.

Il passo successivo è quello di agire sull'impianto per spegnere le luci non necessarie, assicurandosi di non lasciare alcun ambiente al buio. L'illuminazione dovrà essere mantenuta spenta per un tempo sufficiente a poter osservare il cambiamento nei dati. È conveniente calcolarsi i valori medi dell'impianto di illuminazione a regime e dopo l'intervento.

Potenza (acceso)	4900 W
Potenza (spento)	1900 W
Potenza risparmiabile	3000 W
Energia risparmiabile	21 kWh

Tabella 2. Risultati dell'esperimento

A questo punto si analizzano i nuovi dati riguardo la potenza nel periodo in cui la luce è stata spenta. Nella tabella 2 sono riportati i dati (medi) ricavati durante il nostro esperimento: con l'illuminazione in modalità standard si ha un consumo di circa 4.9 kW, quando si agisce sull'impianto mantenendo acceso solo ciò che è necessario si scende a 1.9 kW, risparmiando 3.0 kW di assorbimento che si traducono, considerando le 7 ore dell'intervallo in cui è stato identificato lo spreco, in 21 kWh di energia risparmiata. La figura 3 permette di visualizzare graficamente l'energia sprecata durante l'arco di una giornata, in rosso.

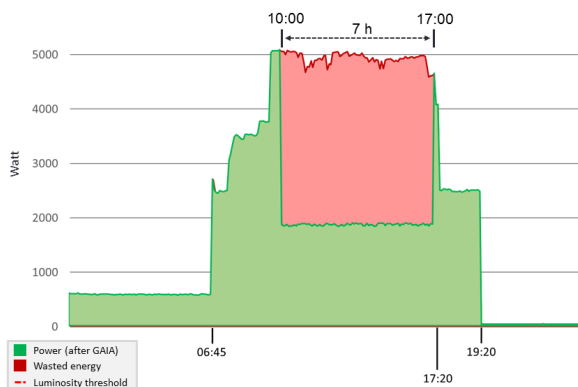


Figura 3. Visualizzazione dell'energia che è possibile risparmiare (in rosso)

Per concludere l'esperimento si ricavano i KgCO₂ equivalenti e il risparmio in euro che si avrebbe se venisse usata l'illuminazione elettrica solo quando necessaria. Per semplificare il lavoro si consiglia l'uso di un foglio di calcolo (un esempio si trova in A.3) e della tabella A.4.

Consiglio

Puoi pubblicare i risultati di questo esperimento all'interno della GAIA Challenge così che siano visibile a tutti i partecipanti al progetto.

I grafici presentati in questo documento vogliono essere solo un esempio di cosa è possibile realizzare con i dati a disposizione. Attualmente l'applicazione di management non offre la flessibilità necessaria per questo tipo di visualizzazioni complesse, offre, però, la possibilità di esportare i valori numerici in modo da realizzare grafici e operazioni complesse sui dati con strumenti esterni, come ad esempio un foglio di calcolo.

In aggiunta

Qui di seguito sono proposte alcune attività aggiuntive:

- Estendere la stima del risparmio fatta su una sola giornata a tutto un anno tenendo conto delle ore di luce e delle medie meteorologiche. Inoltre possono essere utilizzati i dati storici acquisiti dai vari sensori per stimare questi parametri.
- Ripetere l'esperimento in diversi momenti dell'anno e discutere le differenze in quanto a risparmio.

4. Azione

Basandosi su quanto ottenuto grazie alle attività sperimentali di breve e medio periodo, si vogliono supportare gli studenti nel prendere ulteriori provvedimenti in un arco temporale più lungo, per ottenere migliori risultati in termini di efficienza energetica. Gli studenti osservano e analizzano sistematicamente l'impatto che questi cambiamenti hanno nel lungo periodo e monitorano i progressi verso il raggiungimento dei loro obiettivi.

Progettare strategie a medio-lungo termine per migliorare l'efficienza energetica riguardo gli argomenti appresi. Ad esempio utilizzare il generatore di notifiche disponibile nell'applicazione di management dell'edificio per allertare i custodi quando le luci possono essere spente, definendo una regola che effettua automaticamente il controllo dei parametri identificati durante le attività precedenti.

Sensibilizzare gli studenti dell'istituto attraverso interventi durante le assemblee, la realizzazione di manifesti da affiggere nella hall, di newsletter da mandare alle famiglie o di contenuti educativi per le altre classi.

Sensibilizzare gli studenti di altri istituti come ad esempio alcune scuole medie, in occasione del progetto di alternanza scuola lavoro, organizzando seminari e lezioni in stile peer-education.

Sensibilizzare la comunità attraverso la creazione di contenuti virali da condividere sui social-network come video, immagini ecc.

5. Approfondimenti

Tipi di lampadine: analizzare le diverse tipologie di lampadine, i loro pregi e i loro difetti, riguardo l'efficienza energetica e il comfort visivo.

Comfort visivo: oltre alla luminosità introdurre concetti quali la qualità della luce (temperatura colore, flicker ecc.). Il manuale **A.7** offre diversi spunti di approfondimento.

Produzione e smaltimento dei bulbi: prendere in considerazione anche i costi ambientali di produzione e smaltimento delle varie tipologie di lampadine. Ad esempio le lampade fluorescenti contengono mercurio (vedi **A.9**) di conseguenza può nascere una discussione interessante tra chi sostiene che in termini ambientali siano più i problemi legati allo smaltimento rispetto a l'efficienza. Un'idea di attività potrebbe essere quella di dividere la classe in due gruppi che dovranno informarsi e dibattere su questo tema (anche in inglese).

Guardiani della luce: (pg. 6 del manuale **A.5**) prevede di monitorare l'uso dell'illuminazione nell'aula con l'aiuto del sensore di luminosità (disponibile nelle aule 53 54 e 55 del blocco geometri, oppure utilizzando il sensore di uno smartphone per le aule che non sono dotate di sensori ambientali).

Strumenti utili

A.1 Applicazioni GAIA

Pagina web con link alle applicazioni e istruzioni per GAIA Challenge e applicazione BMS (Building Management System).

A.2 App monitoraggio Gramsci-Keynes

Applicazione Android specifica per la scuola Gramsci-Keynes per il monitoraggio tramite i sensori installati. L'applicazione non è firmata, è necessario abilitare l'installazione da "Origini sconosciute" sul proprio dispositivo.



A.3 Esempio foglio di calcolo CO₂

Modello di foglio di calcolo per la trasformazione del consumo energetico in KgCO₂ equivalenti tenendo conto di come viene prodotta l'energia di rete.

A.4 Rapporto ISPRA

Fattori di emissione atmosferica di CO₂ e altri gas a effetto serra nel settore elettrico. A pagina 25 è presente una tabella con i dati aggiornati al 2015 per quanto riguarda i gCO₂/KwH in Italia.

A.5 Manuale delle attività educative

Fattori di emissione atmosferica di CO₂ e altri gas a effetto serra nel settore elettrico. A pagina 25 è presente una tabella con i dati aggiornati al 2015 per quanto riguarda i gCO₂/KwH in Italia.

Contenuti in inglese

Possono essere usati come spunti per preparare le lezioni e/o direttamente come materiale didattico per gli studenti in lingua inglese. Interessante la collaborazione con il docente di inglese (es. l'articolo viene letto e discusso in inglese (20 minuti, durante l'ora di lingua) e gli argomenti approfonditi dal punto di vista scientifico nell'ora di fisica).

A.6 Manual of standard building specifications

Nella sezione *B.II.3. ELECTRICITY* sono presenti alcune tabelle interessanti come ad esempio alcune stime sul consumo di diversi ambienti di un edificio (es. Hall/Ingresso) e i valori standard di luminosità.

A.7 The Lighting Handbook

Contiene un discreto numero di informazioni utili da usare come argomenti introduttivi sia come approfondimento, tra cui: che cos'è la luce, come si misura, qualità dell'illuminazione, valori standard dalle circolari europee, tipologie di lampadine, come leggere un'etichetta.

A.8 5 ways to light a dark room

Breve articolo con qualche spunto su come utilizzare al meglio l'illuminazione naturale (interessante soprattutto per geometri). Sullo stesso sito sono presenti altre risorse interessanti (es. Benefits of natural light).

A.9 A Consumer's Guide to Energy-Efficient Lighting

Depliant di due pagine redatto dalla commissione europea riguardo le lampadine ad alta efficienza che ha come target il consumatore.

A.10 Recommended light levels

Pagina web che raccoglie in una tabella facilmente consultabile i valori di luminosità consigliati per diverse attività.