

TEMA

Possiamo misurare quanto respira una pianta?

Rosanna Dell'Università, Luca Scalzullo

Keywords: *Arduino, IOT, ThingSpeak, MBlock*

Premessa

La didattica sta cambiando. Certo, non è una gran notizia, ma si respira una piacevolissima aria di innovazione in ogni scuola. In particolare tecnologia e digitale offrono una gamma di strumenti tra cui scegliere per immaginare esperimenti, attività, soluzioni per una didattica accattivante e avvincente. Va da sé che l'obiettivo è quello di uno sviluppo critico dello studente, di una crescita all'insegna della consapevolezza ben al di là della mera trasmissione di conoscenze e saperi.

In particolare, nella didattica scientifica, fin dai primi anni della primaria, la didattica sembra orientata ad applicare finalmente il Metodo Scientifico, fatto di OSSERVAZIONE, SPERIMENTAZIONE, ANALISI ed ASTRAZIONE. È quello che da un po' al Primo Istituto Comprensivo di Nocera Inferiore facciamo in tema di STEM. L'acronimo di *Science, Technology, Engineering e Mathematics* sembra aver trovato una naturale applicazione in una sistema ciclico di apprendimento fatto di lezioni teoriche scientifiche, di sperimentazioni tecnologiche e di analisi numeriche e matematiche dei dati ottenuti. In questo, dunque, Matematica e Scienze e Tecnologia si fondono in un'unica disciplina in cui i ragazzi imparano a porsi delle domande, a cercare delle risposte e a verificare sperimentalmente le ipotesi fatte, analizzando e valutando personalmente i risultati ottenuti.

In questo processo la **robotica** ed in particolare i sistemi di prototipazione basati su ARDUINO, si integrano perfettamente sia con questa didattica transdisciplinare, sia con il processo creativo di formazione di un solido pensiero critico.

Veniamo al nostro progetto. L'idea nasce dalle lezioni sulla fotosintesi clorofilliana e la respirazione delle piante.

La domanda da cui è nato tutto il percorso è, banalmente: *Quanto respira una pianta?* E questa domanda è anche il punto di partenza per un percorso che ci ha tenuto impegnati per l'intero anno scolastico.

Fase iniziale di studio e scelte progettuali

Un po' di informazioni generali sulla classe e sui gruppi di lavoro. Il progetto nasce in una seconda della scuola secondaria di primo grado, anno in cui si affronta la respirazione delle piante e le reazioni chimiche a formare Ossigeno e Anidride Carbonica.

L'idea di misurare la respirazione delle piante con **Arduino** ci sembrava un'idea ambiziosa e, a dirla tutta, è un progetto non banale. La realizzazione di tutto, allora, è stata spostata alla terza media, lasciando il tempo ai ragazzi di padroneggiare la prototipazione con Arduino, almeno nei suoi principi basilari (collegamento, circuito elettrico, sensori ed attuatori, visualizzazione dei dati).

Lo scopo del progetto è quello di permettere ai ragazzi, principalmente,

- di maturare la capacità di immaginare, a partire dalle conoscenze proprie del loro percorso di studio, un'idea per la realizzazione di un apparato sperimentale,
- di recuperare i materiali ritenuti idonei per la costruzione del prototipo
- e, di rimando, di provare ad ottenere dati sperimentali ed analizzare di volta in volta la loro valenza e la necessità eventuale di modifiche e cambi verso una soluzione ottimale.

Questo ingenera quel processo ciclico di apprendimento che può diventare utile non sono nelle altre discipline, ma soprattutto alla formazione dell'autonomia di gestione e di studio che tutti vorremmo nei nostri studenti.

I ragazzi sono stati divisi in gruppi di lavoro formati in base alle loro predisposizioni e capacità. In linea di massima abbiamo consentito a loro stessi di formare i gruppi a parte qualche inevitabile aggiustamento in corso d'opera. Alcuni si sono occupati di trovare le informazioni e di arricchire il bagaglio di conoscenze sia in merito alla fotosintesi clorofilliana, sia rispetto alle necessità che il sistema Arduino chiedeva. Un altro gruppo si è dedicato alla programmazione e all'implementazione di collegamenti online sulle piattaforme dedicate al raccoglimento dei dati. Un ultimo gruppo si è occupato della realizzazione e del reperimento dei materiali necessari alla costruzione dell'apparato sperimentale.

Operativamente abbiamo lasciato i ragazzi lavorare per traguardi intermedi chiedendo loro di relazionare ad intervalli di tempo regolari sui risultati raggiunti.

Non abbiamo posto date di scadenza finale (qualcuno dei ragazzi racconterà il progetto all'esame di quest'anno) ed, infatti, alla data attuale, mancano dati sperimentali congrui ed in misura tale da analizzarli, ma l'esperienza è stata tanto accattivante e densa di significati che vale già la pena di raccontarla.

Il gruppo di studio ha portato alla luce una difficoltà in partenza. Non esiste un modo per misurare direttamente la quantità di ossigeno o di anidride carbonica prodotta da una pianta.

Gli stessi sensori utilizzati restituiscono un valore in ppm (parti per milione) che

rappresentano al più una percentuale, una concentrazione relativa. L'idea di fondo è stata quella di raddoppiare le misurazioni. I ragazzi hanno scelto di chiudere una pianta in un contenitore chiuso (IKEA alleato ineluttabile in questi momenti) e di misurare contemporaneamente la quantità di Anidride Carbonica all'interno e all'esterno, nella speranza di poter ricavare informazioni per differenza sui valori misurati.

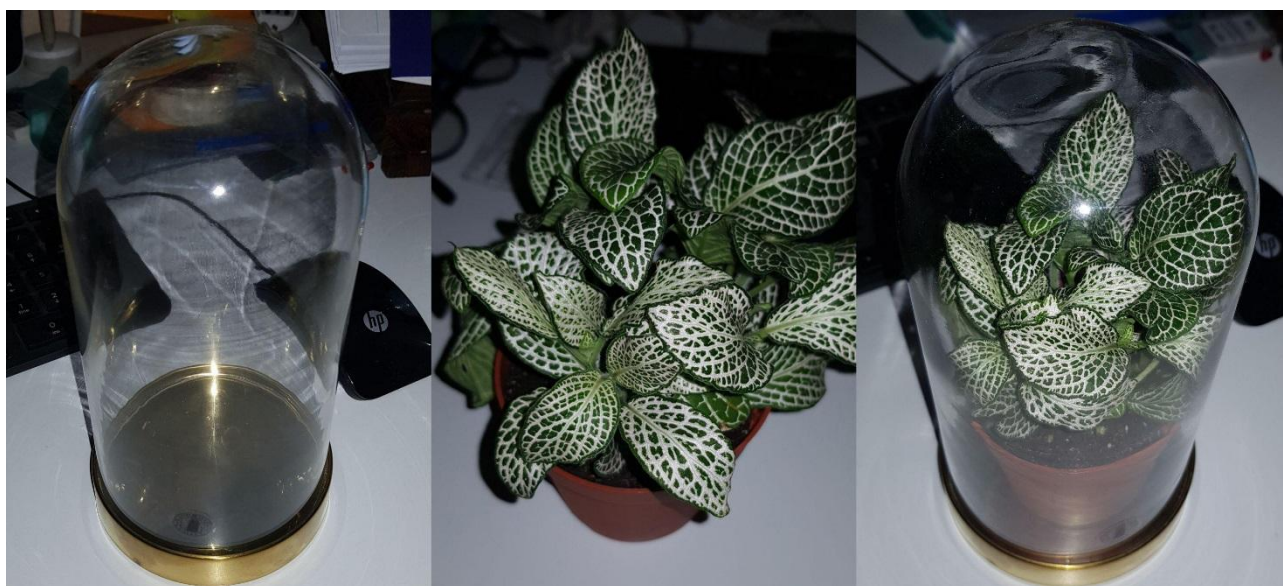
All'esterno, infatti, la percentuale di anidride Carbonica tra giorno e notte non dovrebbe mostrare sensibili differenze. Le differenze di anidride carbonica in uno spazio chiuso come la teca, invece, saranno sicuramente sostanziali tra giorno e notte, in presenza di luce o no.

Da notare che col doppio sensore avremo anche la possibilità di verificare, in condizioni analoghe, la stabilità di misura dei sensori.

I ragazzi hanno aggiunto anche la misurazione di umidità e temperatura da mettere in relazione con i dati ambientali.

Infine la raccolta dati. Abbiamo indagato la possibilità di visualizzarli a video in una specie di lettura seriale degli stessi, poi abbiamo valutato la possibilità di salvarli su microSim prima di scegliere un progetto di IoT (*Internet of Things*) aggiungendo un modulo WiFi e mandando i dati su una piattaforma dedicata.

Resta la pianta scelta. L'attenzione è caduta su una Dossinia Marmorata. Motivo? Semplice, era carina e soprattutto dal fioraio ne abbiamo trovata una grande tanto da stare comoda nella teca che avevamo comprato per l'esperimento.



Vediamo la parte tecnica.

Arduino e collegamenti

Piuttosto che appesantire la descrizione dell'esperimento raccontando direttamente i collegamenti di tutti i sensori, abbiamo preferito descriverli singolarmente. Metterli insieme in un unico apparato è un gioco da ragazzi.

Iniziamo dalla ricetta. Nell'elenco puntato che segue, abbiamo inserito tutti i componenti necessari alla realizzazione del progetto escludendo dalla lista cavi di collegamento, breadboard e tutto quello che rappresenta dotazione standard quando si usa Arduino.

1. Scheda Arduino Uno.
2. 2 Sensori di umidità e temperatura del tipo DHT11.
3. 2 Sensori di qualità dell'aria del tipo MQ135.
4. Modulo WiFi del tipo ESP8266.
5. Schermo LCD con modulo I2C (che consente meno collegamenti).

Il **sensore di umidità e temperatura** DHT 11 è un sensore digitale che registra automaticamente sia la Temperatura in gradi centigradi che la percentuale di umidità nell'aria. Viene alimentato a 5 Volt e va collegato secondo lo schema in figura, schema realizzato dai ragazzi con Fritzing, software gratuito per la realizzazione di schemi elettrici con Arduino. Per maggiori informazioni si può consultare il [sito prodotto insieme ai ragazzi](#).

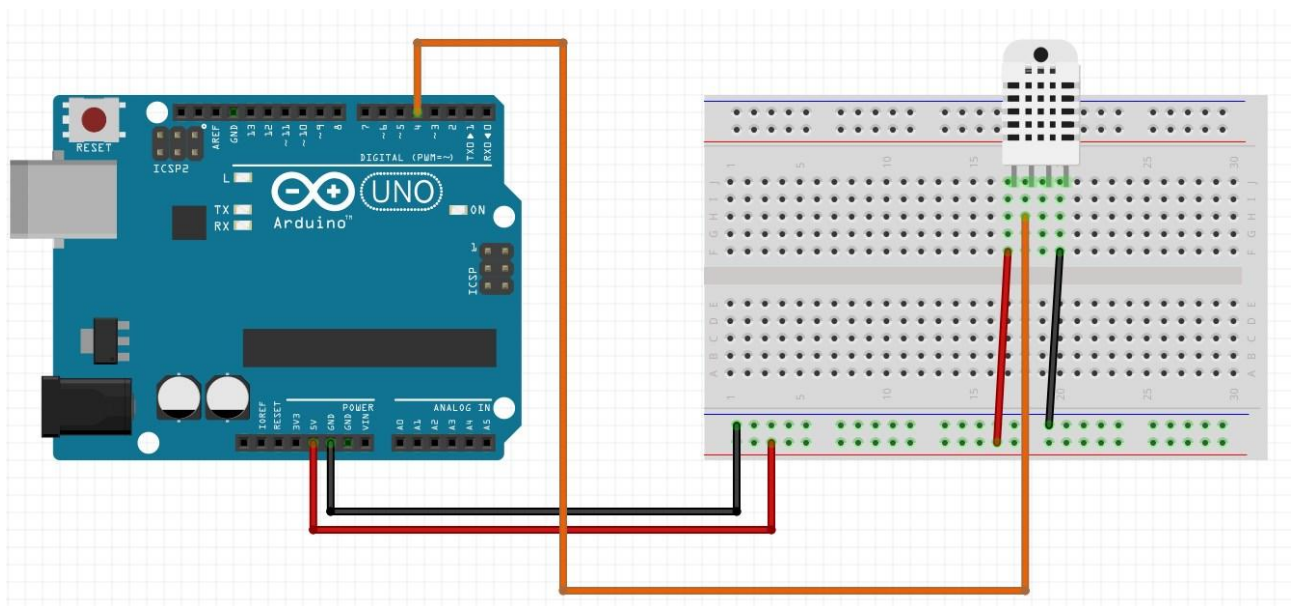


Figura. 1 - Schema elettrico di collegamento con il sensore di umidità e temperatura.

Il **sensore di gas**, l'MQ135, misura una vasta gamma di gas compresi idrocarburi come il Toluene. Tuttavia, all'interno, in assenza di altre forme di gas diventa ideale per la misurazione dell'Anidride Carbonica e viene spesso usato in progetti per la registrazione della qualità dell'aria. Viene alimentato a 5 Volt, ma il collegamento è analogico (abbiamo la necessità di registrare non valori di soglia, ma i valori puntuali). Nello schema con Fritzing i collegamenti.



Figura 2 - Schema elettrico di collegamento con il sensore di gas.

Vediamo lo schema per il collegamento a video della lettura puntuale. Abbiamo utilizzato uno **schermo LCD** con modulo I2C che consente di limitare i collegamenti.

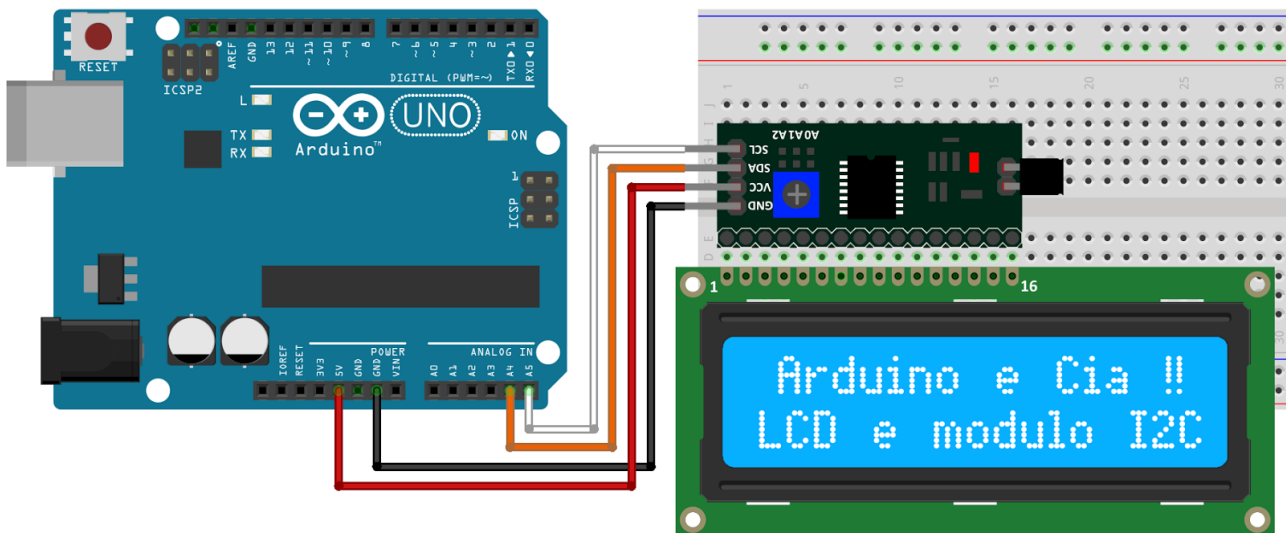


Figura 3 - Schema elettrico di collegamento con il sensore di umidità e temperatura.

Infine colleghiamo il **modulo WiFi** Esp8266 che richiede solo 3,3 Volt, come indicato in figura.

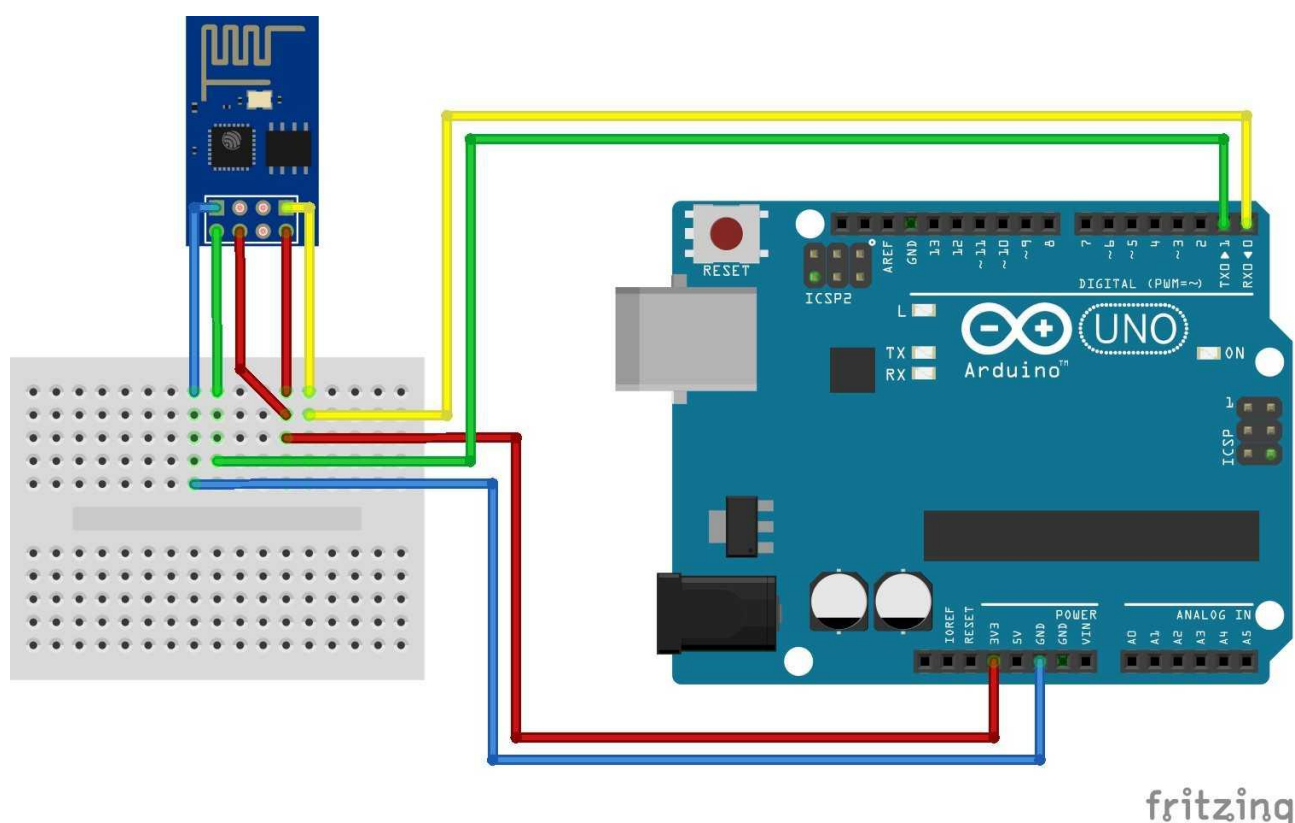


Figura 4 - Schema elettrico di collegamento con il modulo WiFi.

IoT E Thingspeak

L'idea davvero interessante, soprattutto quando applicata a ragazzi della secondaria di primo grado, è quella di calarli in una realtà più vicina a loro di quanto loro stessi pensano. *L'Internet of Things*, IoT appunto, consente di collegare alla rete qualsiasi dispositivo e leggerlo o controllarlo a distanza. In questa maniera, tornando rapidamente al nostro progetto, possiamo tenere sotto controllo, ad esempio, la respirazione della pianta in qualsiasi parte del mondo ci troviamo, a patto di avere una connessione opportuna.

Abbiamo utilizzato la piattaforma **ThingSpeak** (<https://thingspeak.com/>) che consente di creare canali interfacciabili con i nostri sistemi robotici.

Con una rapida registrazione al sito, gestito dal motore di calcolo di MatLab, possiamo immediatamente creare il nostro canale di riferimento. La piattaforma, lo dico per amore di completezza, offre anche una enorme quantità di tutorial esplicativi per ogni livello di difficoltà.

Possiamo inserire una rapida descrizione del canale con quello che chiunque potrà andare a leggere.

Poi possiamo inserire i campi ed i valori da misurare. Possiamo sceglierne fino ad otto. A noi ne bastano sei, ovvero temperatura, umidità e CO2 all'esterno della teca e Temperatura, Umidità e CO2 all'interno della teca.

Channel Settings

Percentage complete	70%	
ID Canale	738622	
Nome	<input type="text" value="Respirazione di una pianta"/>	
Descrizione	<input type="text" value="L'idea del canale è quella di misurare quanto respira una pianta tenendo sotto controllo la"/>	
Campo 1	<input type="text" value="Temperature"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Campo 2	<input type="text" value="Humidity"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Campo 3	<input type="text" value="CO2_OUT"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Campo 4	<input type="text" value="Temperature"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Campo 5	<input type="text" value="Humidity"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Campo 6	<input type="text" value="CO2_IN"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Campo 7	<input type="text"/>	<input type="checkbox"/>
Campo 8	<input type="text"/>	<input type="checkbox"/>

Figura 5 - Configurazione del canale ThingSpeak.

Una volta completato, la piattaforma genererà un codice API (*Application Program Interface*) in lettura ed un codice API in scrittura (quello che interessa noi) che ci permetterà di trasferire i dati direttamente in piattaforma. Qui lo omettiamo per ovvi motivi di gestione del canale.

Saranno generati dei *Feed* che consentiranno ad esempio, la programmazione di un *bot* Telegram per la lettura dei dati da smartphone in qualsiasi momento, ma questo fa parte di un ulteriore approfondimento.

La parte veramente interessante è che la piattaforma restituirà dei grafici dei valori da noi scelti contro il tempo dandoci la possibilità di scaricare i dati in qualsiasi momento. In figura i grafici in assenza di dati.

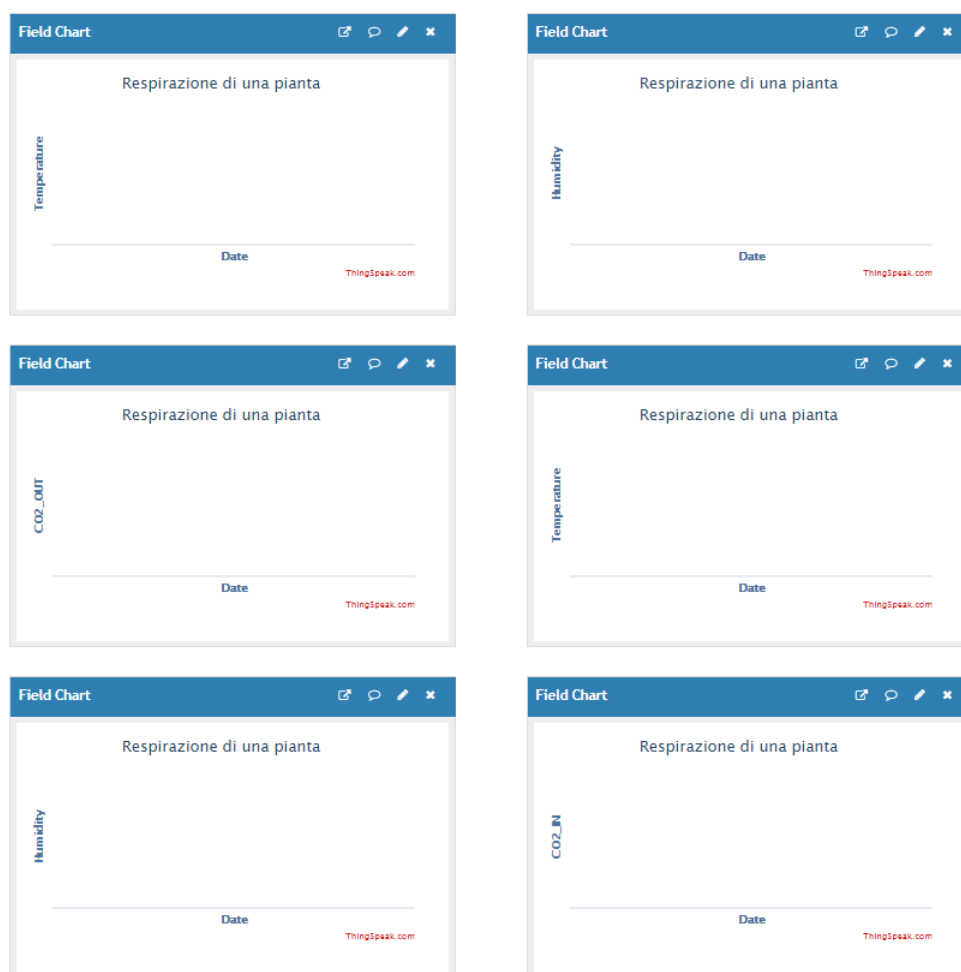


Figura 6 - Impostazione dei grafici.

Programmazione

La programmazione del sistema l'abbiamo realizzata con **Mblock**, il software gratuito *Scratch based*, dedicato interamente alla robotica.

Il vantaggio enorme è che permette, in progetti complessi come questo, di limitarsi esclusivamente alla funzione logica dei blocchi, rimandando ad anni successivi (o ad approfondimenti dei ragazzi particolarmente interessati) altri aspetti della programmazione, senza tuttavia escludere nessuno dalla possibilità di programmare sistemi robotici.

Solo qualche rigo di introduzione sulle **Estensioni**. Selezionata la scheda Arduino nel menù a tendina SCHEDE, ci accorgiamo di non avere poi così tanti blocchi nella categoria robot.

Possiamo tuttavia selezionare nel menu ESTENSIONI, la voce GESTISCI ESTENSIONI, per veder apparire una serie di blocchi speciali per ogni evenienza.

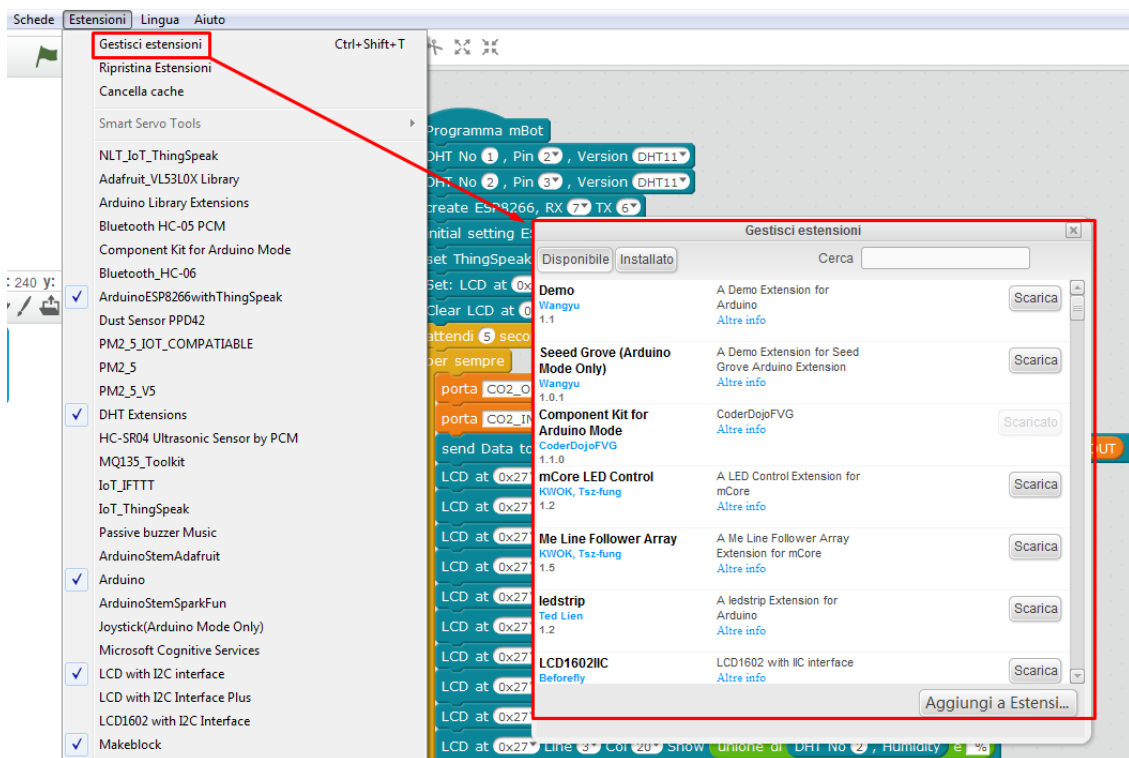


Figura 7 - La gestione delle estensioni.

Da questo elenco abbiamo recuperato le estensioni per il modulo WiFi, per lo schermo LCD con modulo I2C, per il sensore DHT11 e per il sensore MQ135.

La programmazione, adesso, diventa meno complessa di quanto si possa immaginare e la riportiamo di seguito in figura

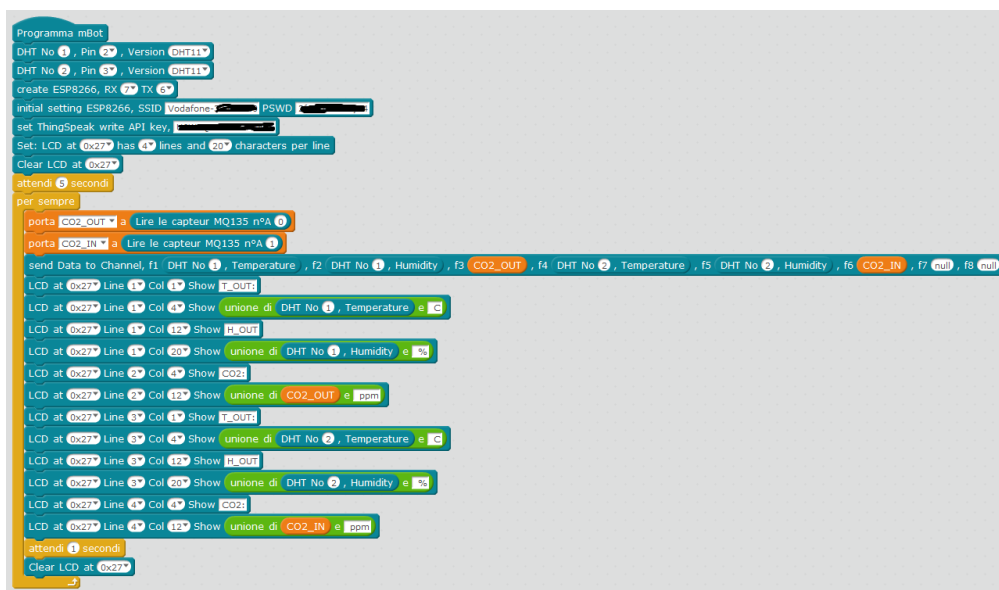


Figura 8 - Il programma.

Commentando rapidamente.

- Abbiamo dichiarato su quali PIN sono inseriti e collegati di sensori di umidità e temperatura.
- Abbiamo indicato a quali Pin è collegato il modulo WiFi.
- Abbiamo inserito la rete con la relativa password, aggiungendo l'API di scrittura (oscurati per ovvi motivi di riservatezza).
- Abbiamo settato i valori iniziali del modulo LCD.
- Nel Loop di funzionamento abbiamo inviato i dati a ThingSpeak esattamente nell'ordine in cui abbiamo definito i valori sul canale.
- Abbiamo fatto apparire sullo schermo LCD il valore puntuale della lettura inserendo un'attesa prima della lettura successiva.

Conclusioni

Siamo alle conclusioni.

In attesa di dati consistenti sulla nostra Dossinia Marmorata, ci piace lasciarvi con una serie di domande, con la consapevolezza che è dalle domande che nasce la possibilità di migliorare, approfondire e sperimentare.

Innanzitutto ci chiediamo: *Cosa cambia se modifichiamo la pianta? E se inseriamo una pianta grassa? E una pianta a foglie più larghe? Riusciamo ad immaginare una relazione ad esempio tra produzione di gas e superficie delle foglie?*

Ma ancora: *Se devo tenere per lungo tempo la pianta sotto la teca come fare per alimentarla senza lasciare entrare aria fresca sotto la teca? Possiamo immaginare di dotare al teca di una sistema di irrigazione automatico? È possibile vincolare il funzionamento della pompa di irrigazione alla luce esterna e all'umidità del terreno?*

Per molte di queste domande abbiamo già una parziale risposta da mettere in opera.

Per ora ci accontentiamo dei risultati raggiunti e dall'incredibile lavoro di ragazzi di seconda e terza media trasformati in un gruppo di ricerca tesi alla realizzazione di una loro idea.

Gli autori



Luca Scalzullo

Ingegnere chimico, docente di tecnologia al I Istituto Comprensivo Angelo e Francesco Solimena di Nocera inferiore. Coding, robotica e making, se alleggerite dall'aspetto sintattico e tecnico, sono incredibili ali per i ragazzi anche se del primo ciclo di scuola. Ed io cavalco questa idea esplorando in lungo e in largo le strade indicate dai ragazzi.

@ lucascalzullo@gmail.com



Rosanna Dell'Università

Laureata in scienze biologiche, specializzata in Applicazioni Biotecnologiche presso l'Università Federico II di Napoli, si è occupata per circa 10 anni prima di 'induzione, in piante di interesse commerciale, della resistenza al glifosato, erbicida ad ampio spettro d'azione' poi di dosaggi in RIA(radioimmunologia) e di controllo qualità in industrie alimentari. Dal 1999-2000 lavora come insegnante di matematica e Scienze.