



*Ministero dell'Istruzione e del Merito
Ufficio Scolastico Regionale per l'Emilia-Romagna*

STUDI E DOCUMENTI

Dicembre 2022

n.36

Le Internet of Things nei New Generation Labs

Maurizio Conti

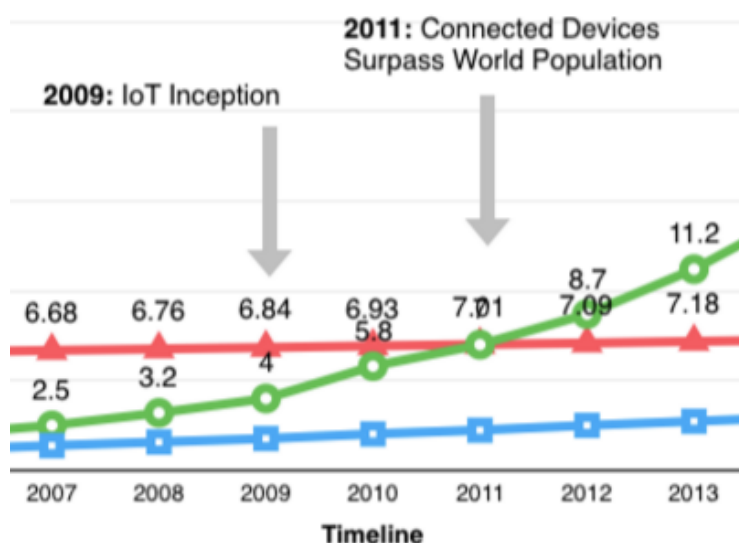
Definizione

A distanza di cinque anni dalla mia prima discussione pubblica in tema di IoT, devo dire che la definizione più semplice e immediata rimane ancora valida: l'IoT è una rete di "cose" che navigano in autonomia perché sempre connesse ad Internet. Tralasciando il settore industriale nel quale le "cose" sono impianti veri propri molto sofisticati che sfruttano la rete per comunicare tra loro, comunemente, a scuola, nei *makerspace* e nei FabLab si parla di IoT quando si è di fronte a piccoli circuiti programmabili, montati all'interno dei più disparati oggetti quotidiani che, connettendosi alla rete, diventano *smart*.

Il concetto di "cosa" attaccata alla rete risale al 1982, quando alla Carnegie Mellon University (CMU) di Pittsburgh (Pennsylvania) gli studenti Mike Kazar, David Nichols, John Zsarnay e Ivor Durham collegarono il distributore di Coca Cola alla rete per sapere se la sua temperatura interna fosse ragionevolmente bassa da garantire di non bere una bibita calda. Da allora, i computer contenuti nelle "cose" sono cresciuti sempre più di numero. Già nel 2007 si parlava di incremento vertiginoso del numero di piccoli computer che navigavano in autonomia nella rete, finché nel 2009 Kevin Aston durante un convegno sulle RFID (che non c'entrano nulla con le IoT) affermava che di lì a breve i computer che navigavano la rete in autonomia (senza un umano a governarli) sarebbero risultati più numerosi della popolazione mondiale (Figura 1). In tale occasione, usò per la prima volta il termine "Internet of Thing" o più semplicemente IoT. Nel 2011, questo sorpasso avvenne (vedi Figura 1) con una velocità esponenziale che portò in pochi anni alla

diffusione massiva delle IoT ed oggi, nel 2022, non ha più molto senso parlare di “quanti” dispositivi IoT esistono o esisteranno in futuro, in quanto difficilmente si potranno mai contare. Piuttosto, si preferisce parlare di fatturati delle aziende e di risorse allocate dai governi per incrementare il loro utilizzo.

Figura 1



Le aspettative di crescita sono chiaramente molto alte, tanto che le risorse all'interno del PNRR solo per il settore dell'Internet of Things ammontano a 29,78 miliardi di euro. Una bella cifra. Di questi, 14 miliardi sono stanziati per ambiti che riguardano la Smart Factory, 4 miliardi per l'Assisted Living, in particolare per quanto riguarda la telemedicina. Il tema Smart City è toccato all'interno di varie Missioni, con 2,5 miliardi di euro in Rigenerazione Urbana (Missione 5), altri 2,5 miliardi per la Gestione del rischio di alluvione e del rischio idrogeologico (Missione 2) e 900 milioni per una Rete idrica più digitale, con l'obiettivo di ridurre le perdite e ottimizzare i consumi¹. Nel numero dell'ottobre 2022 della rivista della Nordic Semiconductor, *Wireless Quarter*, intitolato *Agriculture's Golden Age*, viene messo a fuoco l'importanza delle IoT nel settore dell'agricoltura².

Descrizione

Preparare quindi i nostri ragazzi alla AI (Intelligenza Artificiale) e alle IoT vuol dire prepararli al futuro digitale che abiteranno. Predisporre locali e strumenti che a scuola consentano di studiare, realizzare, applicare le IoT è sicuramente cosa

¹ Vedi la ricerca del Politecnico di Milano citata in "Cresce il mercato Internet of Things in Italia (+22%), superando i livelli pre-pandemia", *Osservatori.net*, 2022, <https://cutt.ly/pBm7sk3>.

² *Agriculture's Golden Age*, numero speciale della rivista *Wireless Quarter*, 3, 2022, <https://cutt.ly/dB0h9dM>.

buona e giusta. I locali deputati a questo genere di attività, neanche a dirlo, sono i FabLab, mentre le metodologie che consentono una maggior "contaminazione" e una grande "varietà" sono quelle del *making* e della didattica del fare. La caratteristica delle persone "contaminate" secondo Giulio Xhaët nel suo libro *"#Contaminati"* è quella di *muoversi tra discipline diverse usando il "bit" come agente contaminante per eccellenza della nostra epoca*³. È dimostrato quindi che essere digitalmente contaminati da altre discipline porta a modi di ragionare complessi, più consoni a risolvere le sfide della nostra epoca (per le motivazioni rimando al capitolo sulla *varietà necessaria*, sempre nel libro di Xhaët).

La natura tecnica dei dispositivi per l'IoT è intrinsecamente multidisciplinare. Per costruire una IoT serve un po' di elettronica di base, di informatica, di meccanica, fisica. Possiamo dire che le IoT sono eccellenti esempi di STEM. Ma non pensiamo solo alla tecnica necessaria alla costruzione di una IoT, pensiamo invece al suo uso (una volta che ce l'abbiamo in casa...). Pensiamo quindi a quello che può derivare dall'applicazione di una IoT per risolvere un problema reale fino a quel momento irrisolto. Le IoT prestano infatti il fianco all'immaginazione di nuovi modi per produrre, studiare, lavorare, vivere e questo fa di loro anche ottimi esempi di STEAM. Quindi, mentre per realizzare una IoT servono competenze tecniche e tecnologiche, per utilizzare quelle esistenti serve immaginazione, creatività, genio, in una parola: arte.

Un esempio reale

Un esempio reale ad ampio respiro di IoT realizzato in Romagna grazie alla collaborazione tra diverse realtà del territorio è il progetto MIA, dove Enaip Cesena, Criad Coding (Unibo), FabLab Romagna A.P.S. e I.I.S. "Pascal Comandini" di Cesena hanno collaborato per realizzare un dispositivo che misura la qualità dell'aria. L'oggetto di base è una "Casina" fornita dall'Enaip (vedi Figura 2), realizzata con materiali di riciclo dai ragazzi con disabilità alla quale sono stati aggiunti una decina di sensori ambientali (temperatura, umidità, velocità del vento, quantità di acqua piovana, pressione atmosferica, irraggiamento solare, ecc.) collegati ad un dispositivo Raspberry Pi, collegato a sua volta alla rete. Una libreria per Snap e Scratch sviluppata dagli studenti del corso di ingegneria informatica presso il Polo di Cesena di UniBo consente di accedere a questi dati e di integrarli in progetti Scratch/Snap fatti dai ragazzi e dalle ragazze delle prime classi dell'Istituto tecnico di Cesena.

³ G. Xhaët (2020), *#Contaminati*, Milano, Hoepli.

Figura 2



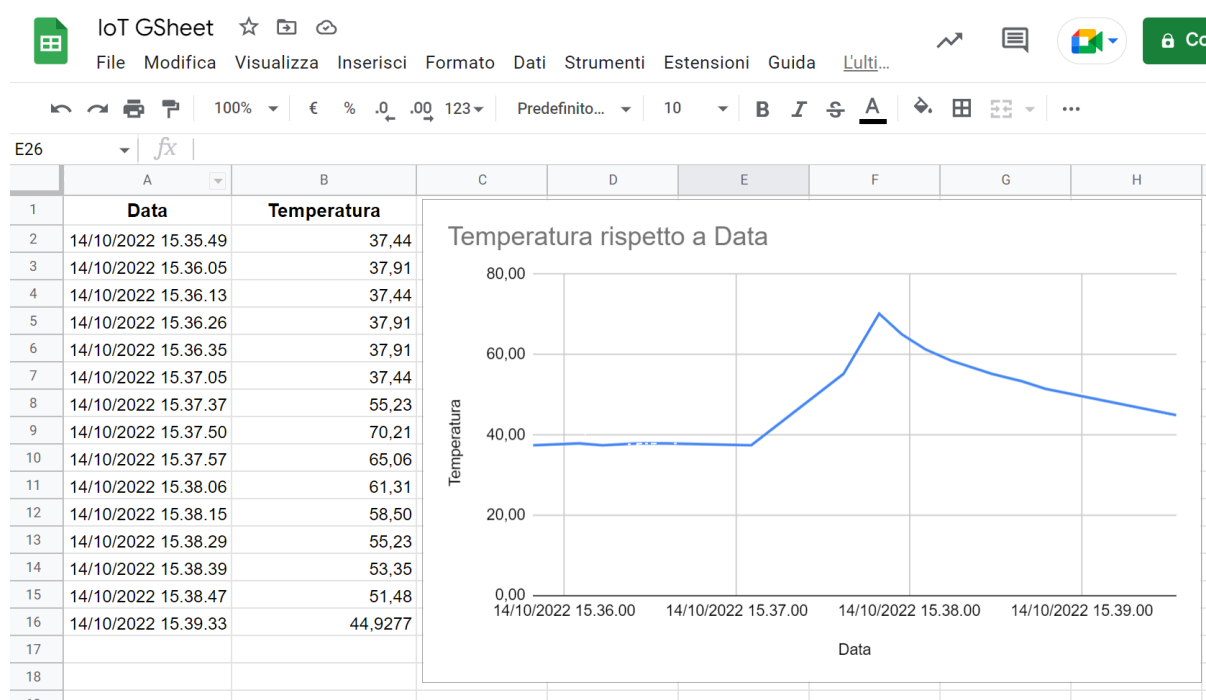
Un esempio realizzabile: IoT GSheet

A titolo di esempio, per partire domani mattina con pochi euro a disposizione, ho descritto alla pagina <https://cutt.ly/iot6dollari> una IoT dal costo davvero essenziale, che salva i dati di temperatura in un foglio GSheet (vedi Figura 3). Si tratta di un Raspberry Pi Pico W del costo di 6 dollari⁴ che spedisce la sua temperatura interna ad un foglio GSheet che raccoglie e memorizza i dati. Nel link segnalato è possibile trovare descrizione, riferimenti e codice. Quello che vorrei sottolineare è che certo si tratta di *coding*, è vero, ma l'intero progetto è composto semplicemente da 5 righe di Javascript e 10 righe di Python. Quello del *coding*, quindi, non può e non deve essere uno scoglio per un docente. Imparare a programmare salva la vita! Imparare a programmare rende liberi, apre la mente a orizzonti inesplorati davvero molto stimolanti.

È quindi possibile partire da questo esempio per capire il funzionamento di una IoT e avvicinarsi a questo mondo. È un primo esempio, ma "girandoci intorno" insieme ai ragazzi, lo si può fare evolvere verso sistemi decisamente più complessi.

⁴ Vedi <https://cutt.ly/2NAXEnl>.

Figura 3



Destinatari

I FabLab o gli atelier creativi sono gli ambienti ottimali per la realizzazione di un progetto del genere con ragazzi e ragazze di una scuola superiore (dal Tecnico al Professionale al Liceo - non dobbiamo infatti pensare che i FabLab siano appannaggio delle sole scuole tecniche).

Quando l'esperienza prevede una realizzazione "da zero" il FabLab è sicuramente il luogo più indicato, fornito di dispositivi e attrezzature utili alla realizzazione di progetti che si fondano sull'impiego della scheda elettronica (Arduino/Raspberry) e della stampante 3D per realizzare gli involucri che ospiteranno questi dispositivi.

Se parliamo invece di utilizzare una IoT come quelle viste sopra, allora è sufficiente uno spazio di lavoro "digitalizzato", nemmeno necessariamente un laboratorio di informatica (a volte basta un'aula *smart* dotata di qualche PC e della connessione a Internet).

Discipline e competenze disciplinari

Le discipline più indicate per le IoT a scuola vanno spesso suddivise in due tipologie a seconda se si vuole realizzare una IoT oppure se la si vuole utilizzare: nel primo caso ci stiamo rivolgendo a docenti di informatica, elettronica e

tecnologia in genere, nel secondo lo spettro si allarga ai docenti del settore scientifico e umanistico.

Per realizzare una IoT serve qualche competenza di elettronica, utile per capire ad esempio come funzionano i sensori ambientali e un po' di competenze per il *coding* di questi dispositivi. Non basta conoscere un linguaggio di programmazione in modo algoritmico e generico, ma è importante aver applicato questa conoscenza ai dispositivi chiamati *embedded*, di cui Arduino, Raspberry Pi e Raspberry Pi Pico fanno parte. Inoltre, saper disegnare piccole cose in 3D non guasta, specialmente nel momento in cui si vuol dare forma all'oggetto, che sia un vaso, una scatola, un uovo, un pupazzetto, ecc.

Invece, per utilizzare una IoT è sufficiente/necessario conoscere anche in modo superficiale, linguaggi di base come Python o un qualsiasi linguaggio a blocchi come Scratch o Snap. Ambienti questi (specialmente Snap) tutt'altro che banali se approfonditi a dovere, ma che hanno una curva di apprendimento molto morbida all'inizio: danno la sensazione di essere capaci, da subito. Poi, piano piano, per problemi complessi, si complicano, ma la strada ha comunque una pendenza ragionevole e di esempi belli in giro ce ne sono tantissimi per contaminarsi. Esistono anche tesi di laurea come questa realizzata dal Dipartimento di Ingegneria Informatica di UniBo sede di Cesena, come quella di Ylenia Battistini, intitolata *Studio e Sviluppo Prototipale di un Framework su Piattaforma Snap! per attività di Apprendimento e Coding in Scuole Primarie e Secondarie*, che descrive il progetto MIA⁵.

Questo dimostra che queste cose a scuola si possono fare, basta crederci.

Competenze trasversali

I progetti svolti in modalità "Making" sono per loro natura realizzati in modalità "contaminazione" intesa come collaborazione e condivisione di idee, competenze, attrezzature necessarie. Questa è benzina per le *soft skill* e per sperimentare davvero la potenza che scaturisce dall'uso di una serie di discipline tra loro interconnesse.

DIY (Do It Yourself) "fattelo da solo" era il motto delle prime Maker Faire che promuovevano l'uso casalingo delle attrezzature come la stampante 3D che fino a 10 anni fa erano appannaggio delle grandi aziende, mentre ora le troviamo su ogni scrivania.

⁵ Y. Battistini (2019), *Studio e Sviluppo Prototipale di un Framework su Piattaforma Snap! per attività di Apprendimento e Coding in Scuole Primarie e Secondarie*, Università di Bologna, Corso di Studio in Ingegneria e scienze informatiche, <https://amslaurea.unibo.it/19065/>.

Questo motto però è stato soppiantato negli anni da un nuovo acronimo: DIT (Do It Together) “facciamolo insieme” che è l'attuale modalità di lavoro preferita dai *makers*.

Fare una cosa complicata da soli infatti è tedioso, serve molta forza di volontà e lo scoramento è dietro l'angolo. Farla tutti insieme invece ha tutto un altro sapore, dà molta più soddisfazione e consolida relazioni per la vita; è un viaggio, un po' come una “gita di classe” in un posto sconosciuto che dura per diverse settimane e costringe tutti ad arrangiarsi.

Strumenti necessari

Setting di base (per costruire una IoT):

- Un FabLab o un *makerspace* o comunque un laboratorio ben organizzato con una stampante 3D e un tavolo comodo per ogni gruppo dotato di un PC portatile di media potenza;
- Una scheda Arduino oppure Raspberry Pi Pico per ogni gruppo;
- Una stazione Raspberry Pi per ogni gruppo;
- Una manciata di sensori dei più svariati;
- Un servizio in *cloud* dove tenere i dati raccolti: Firebase, Adafruit.io, ma per partire va benissimo (come abbiamo visto sopra) anche un semplice GSheet con qualche riga di App Script in *code behind* e qualche riga di Python a governarlo.

Metodologie

Si parte possibilmente da un compito autentico che consente di coinvolgere molto di più i ragazzi nel cercare di risolvere un problema reale che li tocca da vicino. Questo vale sia quando dobbiamo progettare/realizzare una IoT, sia quando disponiamo di una IoT e vogliamo imparare ad usarla. Le metodologie di PBL (*Project Based Learning*) aiutano così come aiuta il *making* non solo come didattica del fare, ma come strumento di contaminazione e condivisione.

Valutazione

Per valutare i progetti che durano nel tempo, il sistema di eccellenza rimane come sempre quello delle *rubrics* implementate ad esempio con Classroom, che io chiamo “patti chiari e amicizia lunga”. Se le regole di valutazione sono chiare e condivise dall'inizio, infatti, i ragazzi accettano più volentieri la valutazione (anche se risultasse negativa) perché riescono ad individuare da subito gli argomenti importanti sui quali dedicare più tempo per ottenere risultati migliori in termini di

voto. Per quanto mi riguarda, ogni settimana ad esempio cerco di controllare (anche in modo superficiale) il lavoro svolto dai ragazzi annotando con dei +, ++, +++ solo gli aspetti positivi e riportandoli su una tabella dei risultati che confluiranno nella valutazione finale. Questo mio comportamento dà un senso di "non abbandono" al progetto che a sua volta dà la spinta ai ragazzi per rimanere concentrati sul lavoro e continuare a crederci.

Ulteriori osservazioni

Nelle scuole del secondo grado, sviluppare con gli alunni oggetti IoT con il fine di portarli nelle scuole del primo ciclo, è una attività inquadrabile come percorso PCTO (Percorsi per le Competenze Trasversali e l'Orientamento) molto stimolante. Questo esperimento è stato fatto a Cesena l'anno prima della pandemia Covid-19 e ha ottenuto ottimi risultati. Il nome del progetto era "Cogito"⁶ e, anche se è materiale del 2018, vale la pena prenderne visione perché ha dato grandi soddisfazioni ed è ancora molto attuale.

Alcuni esempi di IoT che possono essere realizzati a scuola

Fytó - The Smart Planter That Turns Plants Into Pets: IoT che segnala lo stato di benessere di una pianta. Vedi il progetto nel video pubblicato nel canale YouTube Coders Cafe (<https://cutt.ly/bNAMt6R>).

Sentilel species - canarino IoT: un sensore che misura la CO₂ dell'aria come avveniva a fine 1800 nelle miniere. Vedi gli esempi storici dalla relativa voce su Wikipedia (<https://cutt.ly/hNA1P64>) e la documentazione No-Code IoT CO2 "Canary In a Coalmine" sul sito Adafruit (<https://cutt.ly/SNA1GAF>).

DIY Weather Station With ESP32: stazione meteo cloud based. Vedi la pagina dedicata al progetto sul sito Instructables Circuits (<https://cutt.ly/XNA0gDH>).

IoT Garden: misurare la crescita delle piante, prendersi cura dell'orto. Vedi il progetto Raspberry Pi Powered IOT Garden sul sito Instructables Circuits (<https://cutt.ly/ZNA2Hpy>).

Internet Radio: ascoltare la radio fatta dai ragazzi (vedi scheda "Podcast e webradio come strumenti della NGC") con una radio fatta dai ragazzi (ovvero

⁶ A. Ricci et al. (2018), *Code to Learn in una Scuola Primaria: il Progetto COGITO*, relazione presentata al convegno Didamatica 2018, <https://cutt.ly/KNANHzc>.

proprio costruita da loro, in pieno stile *maker*). Vedi il progetto *Making a Internet Connected Shop Stereo* sul sito *Instructables Circuits* (<https://cutt.ly/TNA9RYa>).

IoT-Based Pet Feeder Using NodeMCU-32S: un progetto IoT dedicato ai nostri gatti. Vedi il *video tutorial* sul sito *Cytron technologies* (<https://cutt.ly/RNA3ozA>).