

AUTOMAZIONE E STRUMENTAZIONE

Elettronica Industriale

Giugno-Luglio 2025 | N. 5

YASKAWA

iCube Control
As individual as your needs



Safety over
EtherCAT®



EVENTI

Visti alla fiera
SPS Italia 2025

DOSSIER

Cobot e umanoidi
nell'era dell'AI

COVER STORY

Yaskawa rinnova
il motion control

INDAGINE

Veicoli autonomi
in fabbrica

SPECIALE

Robotica e
meccatronica

Quine
EMPOWERING MINDS

ANIPLA
A.N.I.P.L.A.
ASSOCIAZIONE NAZIONALE
ITALIANA PER L'AUTOMAZIONE

Pagina **10**



La fiera SPS Italia 2025 si è confermata essere un evento chiave per l'automazione industriale, mantenendo la sua spiccata attitudine a favorire l'incontro tra aziende, associazioni e professionisti. Questa fiera continua ad offrire un punto di vista privilegiato sull'innovazione, mostrando da vicino le ultime tecnologie, dalla robotica all'onnipresente AI

Pagina **70**



Lo speciale di questo numero affronta il tema della robotica industriale e della meccatronica integrata nei sistemi robotici. Queste tecnologie permettono movimenti precisi, adattabilità e integrazione con sensori e reti, migliorando l'automazione di macchine e di impianti. I robot industriali si distinguono per architettura e applicazioni: nelle pagine che seguono, una rassegna dei differenti tipi di soluzioni robotiche per l'industria

PRIMO PIANO

EDITORIALE	AI alla conquista dell'industria di J. Di Blasio	7
BREAKING NEWS	L'attualità in breve a cura della redazione	8
EVENTI	SPS 2025: l'intelligenza artificiale entra in fabbrica di J. Di Blasio	10
	Automazione e biotecnologie nell'agricoltura avanzata di T. Corti	21
SCENARI	La connettività Ethernet guida l'innovazione e la digitalizzazione a cura della redazione	22
DOSSIER	Robot collaborativi e umanoidi nell'era dell'AI di M. Gargantini	24
TEST & MISURA	Una piattaforma modulare per fare test elettrici a cura della redazione	30

APPROFONDIMENTI

COVER STORY	Servo, dati e sicurezza: il nuovo paradigma del motion control di I. H. Scacco	34
INDAGINE	La rivoluzione dei veicoli autonomi in fabbrica di B. Vernerò	38
FOCUS	Le batterie che alimentano l'industria di J. Di Blasio	42
ELETTRIFICAZIONE	Un modo più ecologico per accumulare l'energia a cura della redazione	46
	Togliere calore dalle wallbox EV di S. Drumm	48

APPLICAZIONI

AUTOMOBILISTICO	Flessibilità e precisione per una messa a punto ottimale del veicolo di S. Ziegler	54
	Sensori per la trasformazione digitale dell'automotive a cura della redazione	58
	Dati integrati e produzione smart di componenti auto di T. Corti	62
MEDICALE	Controllo dei fluidi per il settore medicale di C. Tamiozzo	64

SPECIALE

ROBOTICA E MECCATRONICA	Robot al lavoro nell'ecosistema digitale di J. Di Blasio	70
	Rassegna di prodotti e soluzioni a cura della redazione	74

TECNICA

CONTROLLO FORMAZIONE	Perché i progetti di IA falliscono? di F. M. R. Livelli, F. Degni	82
	Progetto MechLab: imparare a divulgare la conoscenza tecnico-scientifica di A. Cataldo, G. Donini, P. Finazzi, G. Fornoni	88
	La formazione vista come controllo in retroazione di A. Cataldo	92

NOVITÀ

PRODOTTI E SOLUZIONI	Notizie a cura della redazione	96
-----------------------------	--------------------------------	-----------

RUBRICHE

ANIPLA	95
SI PARLA DI...	96



Yaskawa Italia S.r.l.
Tel. +39 0119005833
Fax: +39 0119005493
info.it@yaskawa.eu
www.yaskawa.it

CONTATTI

Tel. +393429531038
redazione.as@lswr.it
www.automazionestrumentazione.it
www.automazione-plus.it
www.tech-plus.it
www.quine.it

ORGANO UFFICIALE DI



A.N.I.P.L.A.
ASSOCIAZIONE NAZIONALE
ITALIANA PER L'AUTOMAZIONE

anipla@anipla.it - www.anipla.it

SEGUICI SUI SOCIAL NETWORKS



www.facebook.com/automazionestrumentazione
www.linkedin.com/groups/Automazione-Strumentazione-4301593

AUTOMAZIONE E STRUMENTAZIONE

Elettronica Industriale

n. 5 giugno-luglio 2025
www.automazione-plus.it
www.tech-plus.it
www.quine.it

Comitato Scientifico Massimiliano Veronesi (Presidente), Enzo Birindelli, Andrea Boraschi, Luca Ferrarini, Mario Gargantini, Michele Maini, Carlo Marchisio, Alberto Servida, Antonio Visioli

Redazione
Jacopo Di Blasio • Coordinamento Editoriale
j.diblasio@lswr.it - tel: +393429531038
Luca Rossi • Responsabile Editoriale
l.rossi@lswr.it - tel: +3426497219
Giorgio Albonetti • Direttore Responsabile
Alessandra Pelliconi • Segreteria di Redazione
a.pelliconi@lswr.it - tel: +393492806142
E-mail redazione: redazione.as@lswr.it
Collaboratori: Tania Corti, Mario Gargantini, Carlo Monteferro, Bruno Venero

Impaginazione LSWR

Pubblicità
Costantino Cialfi • Direttore Commerciale
c.cialfi@lswr.it - tel: +39 3466705086
Giuseppe De Gasperis • Sales Manager Area Tech
g.degasperis@lswr.it - tel: +393491810590
Elena Cotos • Ufficio Traffico
e.cotos@lswr.it - Tel. +393401367901

International Sales
U.K. - SCANDINAVIA - NETHERLAND - BELGIUM:
Highcliffe International Media
Tel: +44 (0) 1932 56 4999
Website: www.highcliffmedia.com
USA: Huson International Media
Tel +1 408 8796666 - Fax +1 408 8796669
Website: www.husonmedia.com
TAIWAN: Worldwide Service co. Ltd
Tel +886 4 23251784 - Fax +886 4 23252967
Website: www.acw.com.tw

Servizio Abbonamenti Tel. 02 864105 - abbonamenti.quine@lswr.it
Abbonamento annuale € 49,50
Abbonamento per l'estero € 99,00
Costo copia singola € 4,50 (presso l'editore) - Arretrati € 9,00

Produzione Antonio Iovene - a.iovene@lswr.it

Stampa Galli e C. - Varese

Editore



Quine SRL
Sede legale: Via Spadolini, 7 - 20141 Milano
www.quine.it - info@quine.it - Tel. 02 864105

Quine iscritta al Registro Operatori della Comunicazione n. 12191 del 29/10/2005. Tutti i diritti di riproduzione degli articoli pubblicati sono riservati. Manoscritti, disegni e fotografie non si restituiscono Mensile - Registrazione Tribunale di Milano n. 88 dell'8/03/1986.

Ai sensi dell'art. 13 Regolamento Europeo per la Protezione dei Dati Personali 679/2016 di seguito GDPR, i dati di tutti i lettori saranno trattati sia manualmente, sia con strumenti informatici e saranno utilizzati per l'invio di questa e di altre pubblicazioni e di materiale informativo e promozionale. Le modalità di trattamento saranno conformi a quanto previsto dagli art. 5-6-7 del GDPR. I dati potranno essere comunicati a soggetti con i quali Edra S.p.A. intrattiene rapporti contrattuali necessari per l'invio delle copie della rivista. Il titolare del trattamento dei dati è Edra S.p.A., Via G. Spadolini 7 - 20141 Milano, al quale il lettore si potrà rivolgere per chiedere l'aggiornamento, l'integrazione, la cancellazione e ogni altra operazione di cui agli articoli 15-21 del GDPR.

Testata Associata



ASSOCIAZIONE NAZIONALE EDITORIA
PERIODICA SPECIALIZZATA



Progetto MechLab: imparare a divulgare la conoscenza tecnico-scientifica

Nell'ambito delle attività extra-curricolari che l'Istituto tecnico don Bosco dei Salesiani Milano offre, con lo scopo di ampliare l'esperienza scolastica e offrire agli studenti moderni strumenti per acquisire una preparazione più solida in vista del futuro professionale da adulti, un gruppo di tre studenti del terzo anno dell'indirizzo Meccatronica hanno deciso di accettare una sfida: quella di imparare a divulgare i risultati di un'attività tecnica condotta nell'ambito dell'automazione industriale

Andrea Cataldo, Giacomo Donini, Pietro Finazzi, Giacomo Fornoni



Figura 1 - Processo manifatturiero in scala

Con lo scopo di valorizzare le potenzialità e le competenze degli allievi dell'**Istituto don Bosco** del corso di studi sulla Meccatronica e del Centro di Formazione Professionale (CFP), il direttore delle Opere Sociali Don Bosco di Milano, don Sandro Ticozzi, ha ideato e proposto di istituire una rete tra Scuola e Aziende, con lo scopo di attrarre il mondo industriale nella scuola e permettere una reciproca conoscenza tra studenti, famiglie degli studenti, aziende e scuola, il tutto con la caratteristica di una rete; quindi non rapporti esclusivi tra studente - azienda - scuola, bensì tra studenti stessi, studenti e aziende, tra

aziende stesse nonché tra famiglie, aziende e scuola. Questo è soprattutto il grande valore aggiunto della rete **MechLab**. In questo ambito, corso di Meccatronica e CFP, con l'ausilio dello **Sportello Al Lavoro** (SAL) presente nel CFP, collaborano per la ricerca e l'inserimento di giovani e adulti presso le aziende Partner.

Lo strumento utilizzato per mettere in moto e far funzionare la rete MechLab è rappresentato da progetti. Ogni azienda idea e propone uno specifico progetto per un ristretto gruppo di studenti. Un progetto concreto, da svolgere sul 'campo' oltre che, eventualmente, anche a scuola, in cui le aziende Partner, con le proprie disponibilità,

A FIL DI RETE

www.salesianimilano.it
www.stiima.cnr.it



coadiuvano il corso di Meccatronica e il CFP nello svolgimento delle attività di laboratorio, in cui tutor aziendale e scolastico collaborano con gli studenti coinvolti. Per ciascun allievo che sceglierà liberamente di partecipare o meno ad uno specifico progetto in base alla propria curiosità, passione e predisposizione, verrà formalizzata una specifica convenzione secondo le rispettive normative di PCTO e tirocinio formativo applicate dal corso di Meccatronica e CFP.

Per ogni progetto condiviso con una o più aziende partner (ecco che riemerge il concetto di rete) deve essere specificato in termini di obiettivo finale da raggiungere, contenuto tecnico da trattare, competenze tecniche da acquisire e sviluppare; infine, ma non meno importante per il successo del progetto stesso, devono essere definiti tempi e luoghi di svolgimento delle attività (un progetto che non ha uno sviluppo temporale concordato, non è un progetto industriale e non permette di far sviluppare nell'allievo che lo svolge quelle caratteristiche di caparbietà, perseveranza, puntualità che vengono richieste ad un professionista, ad un buon lavoratore). Tutto ciò deve essere chiaramente in accordo con il programma didattico del corso di Meccatronica e del CFP.

Tuttavia, le ricadute positive sugli studenti coinvolti nella rete MechLab non si concludono qui; esistono riflessi, per così dire, anche del 'secondo ordine'. Infatti, le aziende partner coinvolte nella rete concorrono al miglioramento continuo dei programmi scolastici e del livello tecnico-professionale delle attività didattiche, permettendo così agli studenti di studiare, di soffermarsi su argomenti tecnici e tecnologici attuali e aggiornati con il mondo dell'industria Meccatronica.

All'interno della rete MechLab è presente anche **Stiima-CNR**, l'Istituto di Sistemi e Tecnologie Industriali Intelligenti per il Manifatturiero Avanzato del Consiglio Nazionale delle Ricerche, rappresentato dal Ricercatore Ing. Andrea Cataldo, specializzato nei controlli automatici avanzati per impianti industriali.

Il progetto: divulgare i risultati di un'attività tecnica sull'automazione industriale

Comunicare i risultati di un'attività tecnica, spesso è considerato un peso dal tecnico e, se necessariamente richiesto, in genere viene ritenuta un'incombenza da relegare al termine dello sviluppo delle attività di progettazione e/o sviluppo. Nulla di più

fuorviante: la stesura di un documento è parte integrante del processo di ideazione, progettazione, sviluppo e verifica di un progetto tecnico, in quanto permette al progettista o allo sviluppatore di appurare se, nella propria mente, tutti i passaggi che conducono dalle specifiche ai risultati sono chiari e ben definiti.

Non solo, ma la redazione di un manoscritto consente di criticare le proprie idee valutandone la bontà, finanche di poter intraprendere altre strade non contemplate preventivamente. La divulgazione dei risultati di un'attività tecnica, oltre a potersi manifestare in diverse forme quali la stesura di report di progetto, manuali, presentazioni, etc. può anche sfociare nelle pubblicazioni di contributi a rivista, con diversi fini:

- informare il pubblico sulle tecniche e tecnologie adottate/sviluppate nonché sui risultati acquisiti;
- persuadere i lettori che le attività svolte, le tecniche/tecnologie acquisite ed utilizzate hanno portato a dei vantaggi nello sviluppo di una data soluzione di automazione;
- motivare gli interlocutori che una certa metodologia adottata, la tecnologia utilizzata, i risultati ottenuti posso portare vantaggi e profitto anche ad altre realtà.

Con questa consapevolezza, all'interno della rete MechLab Stiima-CNR ha proposto un progetto in cui l'obiettivo è quello di insegnare agli studenti a saper comunicare i risultati di un'attività tecnico-scientifica. Per poter trasferire questi concetti ai tre studenti del corso di Meccatronica che hanno aderito al progetto, è stato utilizzato come strumento quello di sviluppare una soluzione di automazione industriale e di descriverne le fasi di sviluppo nonché i risultati ottenuti.

L'esperienza vissuta: le fasi del lavoro

Al fine di avviare le attività tecniche di sviluppo, è stato presentato agli studenti un impianto manifatturiero in scala, illustrato in Figura 1, composto da cinque celle o stazioni adibite alla manipolazione di semilavorati nominati pallet.

Nel dettaglio, la prima stazione (da sinistra) è composta da un braccio meccanico rotante su piano orizzontale che afferra, mediante pinza pneumatica, un pallet alla volta dal magazzino posto alla sua sinistra, e porta il pallet preso sulla stazione successiva. La seconda stazione è composta da una tavola rotante dotata di quattro slot, la quale permette di analizzare il materiale di cui è composto

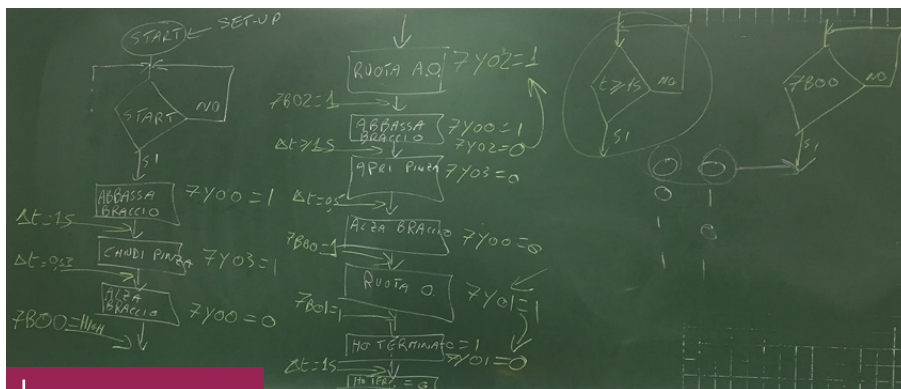


Figura 2 - Esempio di schema di flusso per la stazione a braccio rotante verticale

il pallet che transita; mediante l'acquisizione dei segnali da tre diversi sensori, la cella è in grado di determinare se il pallet è scuro, chiaro o metallico. La terza stazione è composta da un braccio meccanico rotante su piano verticale, dotato di ventosa che aderisce sulla superficie del pallet, lo afferra dalla tavola rotante della cella N. 2 e lo sposta sulla stazione successiva. Quindi la quarta stazione è rappresentata da un trapano a colonna con una morsa atta ad ospitare il pallet. Infine, la quinta e ultima stazione è composta da un braccio elettrico rotante su piano orizzontale anch'esso dotato di ventosa; lo scopo della cella è quello di prendere il pallet dalla stazione trapano e di smistarlo in tre diversi piccoli silos (uno per ogni tipo di materiale di cui sono composti i pallet).

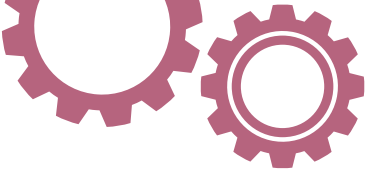
Ogni studente ha preso in carico il controllo automatico di una cella. A valle di ciò, tutti i PLC sono stati collegati e interfacciati con la strumentazione delle stazioni e verificata la continuità elettrica dei collegamenti sia mediante l'utilizzo di un multimetro che dei led presenti sulle schede di I/O del PLC. Per ogni stazione presa in considerazione, è stata effettuata la mappatura dei segnali di Input (relativi ai sensori presenti) e di Output (inerenti agli attuatori). In particolare, sono stati acquisiti tutti i segnali provenienti dai sensori (togliendo aria a ciascuna singola cella, sono stati mossi a mano gli organi meccanici al fine di attivare i sensori, rilevando quindi su ciascun canale di Input del PLC l'accensione del relativo LED), mentre gli attuatori sono stati comandati forzando le uscite del PLC (dopo aver ripristinato la pressione del circuito dell'aria compressa). In tal modo è stata creata una tabella riassuntiva riportante i nomi (label) dei vari segnali scambiati di I/O, la relativa tipologia (Input o Output), il corrispondente valore logico (0 o 1) e la funzione di controllo associata (per esempio: "con il segnale di Output XYZ = 1,

il braccio ruota verso destra"). Una volta approntata e mappata la parte meccatronica del sistema, è iniziata la progettazione del software di controllo. Dopo aver deciso come far funzionare l'impianto ed in particolare la singola cella, il comportamento desiderato e definito per ogni cella è stato rappresentato mediante schemi di flusso. Come esempio, in Figura 2 è illustrato lo schema inerente la stazione a braccio rotante verticale.

Ne è scaturita quindi la fase di programmazione dei vari PLC, traducendo prima lo schema di flusso in un programma scritto nel linguaggio Sequential Functional Chart (SFC - IEC 61131), poi traducendo l'algoritmo SFC in linguaggio Ladder. Durante questa attività è emersa la necessità di frazionare il problema di automazione complessivo di ogni cella in sottoproblemi più piccoli, ma più semplici da trattare, con il fine di ridurre la complessità dei vari algoritmi di controllo da implementare, rendendoli così anche più facilmente manutenibili. I test finali hanno consentito di verificare ciò che non funzionava correttamente, come per esempio il settaggio di alcuni intervalli di tempo troppo piccoli tra l'azionamento di un attuatore e un altro, i quali rendevano il comportamento delle celle troppo "nervoso"; oppure l'errata regolazione di alcuni regolatori di flusso dei cilindri pneumatici: per esempio il braccio rotante verticale ha necessitato più attenzione perché, a volte, il braccio ruotava troppo velocemente causando la perdita di presa del pallet dalla ventosa. Dopo diversi test, è stata trovata la giusta regolazione, ottenendo un comportamento soddisfacente per ogni stazione. In Figura 3 è mostrato il sistema automatizzato finale, composto dal processo manifatturiero e dal sistema di automazione integrato con esso, assieme al gruppo di studenti che lo hanno sviluppato.

Considerazioni conclusive dei partecipanti

Il progetto è stato condotto nel laboratorio di Meccatronica dell'Istituto don Bosco, con una frequenza di due ore settimanali per dieci incontri. Esso ha permesso a tre studenti del ciclo di studi di Meccatronica di fare esperienza diretta su macchinari con caratteristiche industriali (strumentazione utilizzata industriale), ma progettati e realizzati per svolgere attività didattiche sperimentali, ossia adibiti all'analisi, progettazione, uso e persino alla modifica dell'intero sistema meccatronico (sia per la parte meccanica che dell'automazione), senza



poter causare danni alla strumentazione e senza far correre rischi agli utilizzatori. “La vera soddisfazione e gratificazione sono state quelle di poter approfondire gli argomenti e le tante nozioni che abbiamo studiato sui banchi di scuola mettendoli in pratica e vederli prendere forma attraverso un sistema mecatronico funzionante; lavorare su un progetto reale ha permesso di capire meglio il significato concreto di ciò che studiamo ogni giorno, rendendo l’apprendimento più vivo, più efficace ed interessante. Inoltre, osservare i nostri progressi passo dopo passo, dalla fase iniziale del cablaggio elettrico fino al test dell’impianto automatizzato, ci ha molto appagato. Per condurre questo lavoro sono state fondamentali anche qualità personali quali la *curiosità* di voler approfondire argomenti mai affrontati prima (come il concetto di contatti normalmente aperti e chiusi o di valvole elettropneumatiche a centri chiusi) e la volontà di uscire dai confini delle nozioni scolastiche teoriche standard. Bisogna essere in grado apprendere in autonomia, di adattarsi rapidamente a nuove sfide e di cercare soluzioni anche in contesti poco familiari. Indispensabile è altresì la precisione e l’accuratezza con cui si svolge ogni singola fase del lavoro: dall’ideazione di certe soluzioni di programmazione software, fino alla messa in funzione del sistema”. Questo il commento a caldo del gruppo di lavoro, ma ciò che questa attività, questa opportunità, ha procurato tocca anche aspetti di strategia di comunicazione, così come ricordano i tre studenti “La sfida che abbiamo accettato è stata quella di voler persuadere un pubblico anche non tecnico (come gli studenti dei licei) sul fatto che ciò di cui siamo appassionati (la tecnologia dell’automazione), è un ambito che non serve solo a poter diventare un buon tecnico mecatronico, ma può anche migliorare il carattere di una persona, rendendola perseverante, arguta, precisa. Come? Abituandosi a saper analizzare, affrontare e risolvere anche i più piccoli dettagli di un *impegno* preso o di un problema da risolvere. Senza queste caratteristiche, l’impegno preso non produce risultati o, peggio ancora, il problema non viene risolto; quindi, persiste e può diventare più grande se non addirittura insormontabile”.

Un ultimo aspetto, ma non meno importante dei precedenti, risuona forte come una richiesta che proviene proprio dagli allievi “Il progetto Mechlab è un’ottima iniziativa che le figure di sistema e i docenti di settore devono portare avanti, sia per favorire il rapporto ‘giovani-aziende’ che per un

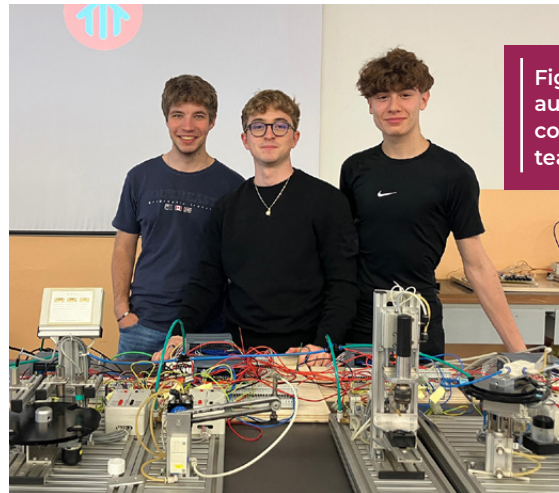


Figura 3 - Sistema automatizzato complessivo e team di sviluppo

arricchimento del bagaglio di esperienze degli studenti. Esso si potrebbe estendere anche agli altri indirizzi di studio (tecnici e liceali) ovviamente adattati in base agli specifici piani di studio”. Ma come favorire questo impulso di bisogno formativo? L’Ing. Andrea Cataldo prova ad esprimerlo attraverso un’analogia, parlando cioè con un linguaggio accessibile a tutti. “Mi sono accorto quasi per caso che, incominciando ad incuriosirmi ed appassionarmi alla tecnica delle trasmissioni radioamatoriali, ho iniziato ad osservare con attenzione le antenne sui tetti delle case, cosa che non avevo mai fatto prima perché mi sembravano tutte uguali. Ora invece mi appare chiaro che sono una diversa dall’altra per forma, dimensione e direzione di orientamento. Ciò ha prodotto in me il desiderio di capirne maggiormente il funzionamento, il quale mi ha indotto a dedicare del tempo per accrescere le mie conoscenze sul tema.

Così ho iniziato a sviluppare uno spirito critico di osservazione che mi ha portato a cercare nelle osservazioni i riscontri legati alle nozioni via via acquisite, creando stupore in me per quanto stavo osservando. Mi sono accorto quindi che questo meccanismo è diventato un Circolo Virtuoso che si autoalimenta”. Conclude Cataldo: “... cosa ha innescato quindi questo Circolo Virtuoso? La curiosità, il voler provare, l’accettare di mettersi in gioco, il superare la resistenza iniziale, il timore, le paure. Allora se questo Circolo Virtuoso lo vogliamo usare sugli studenti per la loro formazione, dobbiamo concentrarci *sull’innescare in loro la curiosità* e sorvegliare che il Circolo Virtuoso si inneschi e si autoalimenti. Va quindi progettata con intenzionalità educativa l’innescamento della curiosità nei nostri giovani studenti”. ■