

Il mondo del manifatturiero è entrato in questi anni in un'era nuova ed entusiasmante, nella quale i travolgenti progressi nelle tecnologie, nelle metodologie e negli strumenti costringono i programmi e le metodologie di insegnamento ad innovarsi profondamente.

D'altra parte, l'attività manifatturiera è generatrice di ricchezza in ogni paese avanzato, ed in modo particolare nel nostro, nel quale il 17% del Pil è generato dall'industria manifatturiera. Per tali motivi, l'investimento nella formazione in questo settore è da considerarsi un obiettivo strategico, poiché una formazione aggiornata e di qualità nel settore delle tecnologie manifatturiere è fondamentale per rendere il sistema paese capace di trasformare i risultati della ricerca in nuovi prodotti e processi competitivi, per supportare il passaggio da un'economia basata sul lavoro e sul capitale ad un'economia basata sull'informazione e sulla conoscenza.

Queste sfide emergenti possono essere colte in vari modi, che vedono come uno dei pilastri l'approccio di formazione esperienziale, con l'utilizzo estensivo di laboratori e di modelli fisici e virtuali di simulazione di processo e di fabbrica.

Nel caso del nostro settore, tali concetti trovano principale applicazione nella cosiddetta "*teaching factory*", ossia nell'integrazione tra gli ambienti di lavoro e di apprendimento, attraverso la creazione di modelli fisici e virtuali dell'ambiente lavorativo in laboratorio. Da questa commistione può emergere una esperienza di crescita e formazione rilevante e realistica. Nella *teaching factory* l'insegnamento segue un modello di trasferimento biunivoco, nel senso che l'interazione tra docente e discente è continua e gli argomenti delle tecnologie manifatturiere diventano la base di nuovi modelli sinergici tra l'accademia e l'industria.

Tutti gli argomenti di insegnamento tipici dei corsi di del settore manifatturiero, da quelli relativi al processo di trasformazione a quelli relativi alla organizzazione e gestione dei sistemi di produzione, possono essere trasmessi agli studenti attraverso questo approccio, insieme ad una prima esperienza di attivazione di canali di trasferimento di conoscenza, poiché lo scambio di nuove idee e soluzioni, richiede anche la capacità di bilanciare i tempi e i costi per la loro sperimentazione e adozione.

Il contesto in cui abbiamo vissuto nell'ultimo periodo ci impone inoltre alcune riflessioni relative all'esperienza di insegnamento che abbiamo vissuto. Certamente, alcune pratiche che siamo stati forzati ad adottare possono essere messe a frutto, poiché il graduale ritorno alla normalità e l'auspicato ritorno in aula non dovrebbero ignorare ciò che in questi anni di difficoltà abbiamo appreso. E' auspicabile che il ritorno in aula possa incorporare quanto di buono è stato sperimentato e scoperto, anche in riferimento alle forme di didattica "ibrida", che integra presenza on-line e presenza fisica.

Ciò che va valorizzato, è senz'altro un ruolo attivo degli studenti, l'interazione durante le lezioni, il contatto continuo con gli studenti, anche attraverso canali paralleli come gli strumenti di comunicazione social, e infine la possibilità di utilizzare strumenti informatici avanzati di assistenza alla docenza, come la possibilità di videoregistrare quella porzione di lezioni di contenuto più teorico, la flessibilità nell'organizzazione dell'insegnamento, o la possibilità di memorizzazione delle lavagne per integrare il materiale didattico.

Quanto sopra descritto trova conferma e arricchimento nelle riflessioni successive ad una indagine effettuata nell'aprile 2021 tra docenti e i ricercatori dell'ING-IND/16 che potrebbe risultare utile anche nel definire almeno una parte del profilo dell'Ingegnere 2040.

La metodologia seguita ha richiesto la mappatura dei corsi in ambito Tecnologie e Sistemi di Lavorazione delle Università italiane raccogliendo informazione e riscontri sulle modifiche alla *Didattica* introdotte nell'anno accademico 20-21 a prescindere dalla DAD nonché le empiriche

considerazioni sull'esperienza di due anni di lezioni totalmente a distanza (o miste, con un numero ristretto di studenti in presenza e la maggior parte collegati in remoto).

Per ciò che riguarda strettamente le novità nella *Didattica* è sempre più evidente la necessità e l'importanza per gli studenti di un metodo che sviluppi le attitudini al lavoro in team combinando da un lato le competenze specifiche in ambito "manufacturing" con le competenze trasversali sviluppate in altri corsi.

In particolare, gli studenti in lavori di gruppo possono sviluppare progetti confrontandosi tra loro e combinando tecniche e metodi diversi come:

- Redesign di componenti e loro fabbricazione con tecniche differenziate (AM molto diffusa).
- Attività di Laboratorio con uso di macchine operatrici o attraverso software che emulano le macchine.
- Apprendimento di software per simulazione utili a progettare e testare processi e linee produttive e/o uso di simulatori fisici di sistemi e processi di produzione attraverso la realizzazione e la successiva gestione di modelli in Lego.

Questo metodo rende fondamentale la interazione tra gli studenti, i docenti, i tecnici di laboratorio e, quando possibile, le aziende.

Tra le competenze "trasversali" da sviluppare nei lavori in team accanto a quelle caratteristiche entrano a pieno titolo quelle legate ai criteri di "sostenibilità": non è più possibile immaginare di scindere le questioni ambientali dalla gestione della innovazione, dalla sostenibilità tecnica ed economica pensando di poter privilegiare l'una a scapito dell'altra dato che la stessa Unione Europea sta ponendo per i medesimi periodi obiettivi molto ambiziosi che rappresentano una imprescindibile linea guida e una sfida intellettuale per il mondo produttivo, per i consumatori, per gli scienziati e i ricercatori. In questo quadro aumentano le responsabilità individuali non solo dei docenti ma degli studenti stessi chiamati, attraverso il collegamento stretto con la ricerca e l'utilizzo di *flipped lesson* basate su articoli scientifici in lingua inglese, a migliorare le proprie capacità di apprendimento e di comprensione di esperienze anche internazionali.

Le considerazioni relative alla DAD, note anche al grande pubblico, hanno trovato un riscontro effettivo nelle interviste della ricerca sopra accennata in modo particolare per le condizioni di emergenza in cui ci si è trovati ad agire senza una sperimentazione che ha scontato la aleatorietà dei collegamenti disponibili e la scelta delle piattaforme da utilizzare con risultati differenti e spesso solo parzialmente efficaci.

Gli aspetti positivi sono certamente cresciuti nel tempo, ad esempio una maggiore elasticità nel ricevimento degli studenti o, più rilevante, la possibilità di coinvolgere esperti aziendali o colleghi stranieri nelle lezioni grazie all'azzeramento degli spostamenti.

Gli aspetti negativi evidenziati da molti colleghi, oltre a quelli più strettamente tecnici e metodologici a cui si faceva riferimento, sono certamente l'impossibilità di fruire di laboratori o effettuare esercitazioni pratiche con utilizzo di macchine o simulatori, esperienze che sono sempre più fondamentali per la formazione di un giovane ingegnere. Come è parsa pure (negativamente) evidente la difficoltà nella interazione e nel coinvolgimento degli studenti, cancellando quella possibilità di approfondimento che nasce inevitabilmente nelle lezioni in presenza proprio attraverso il confronto diretto studente/docente, confronto non replicabile in alcun modo attraverso la DAD. Identica problematica è stata sottolineata per il momento della valutazione delle competenze per le quali è spesso imprescindibile l'esame orale.