

Pierre Dillenbourg · Alberto Cattaneo · Jean-Luc Gurtner · Richard Lee Davis  
Redattori

# Tecnologie didattiche per la formazione professionale

Le esperienze come creta da modellare



# **Tecnologie didattiche per la formazione professionale**

**Le esperienze come creta da modellare**

**Pierre Dillenbourg · Alberto Cattaneo · Jean-Luc Gurtner · Richard Lee Davis**  
Curatori



**SUFFP**

SCUOLA UNIVERSITARIA  
FEDERALE PER LA  
FORMAZIONE PROFESSIONALE

*L'eccellenza svizzera  
nella formazione professionale*

**EPFL**

**UNI  
FR**  
■

UNIVERSITÉ DE FRIBOURG  
UNIVERSITÄT FREIBURG

**Curatori**

Pierre Dillenbourg,  
EPFL, Losanna

Alberto Cattaneo,  
SUFFP, Lugano

Jean-Luc Gurtner,  
Università di Friburgo, Friburgo

Richard Lee Davis,  
EPFL, Losanna

**Editori**

SUFFP  
EPFL

**Copertina**

Adobe Stock

**Ringraziamenti**

Questo libro presenta i risultati delle ricerche condotte nell'ambito del progetto «Dual-T – Tecnologie per la formazione professionale», finanziato dalla Segreteria di Stato per la formazione, la ricerca e l'innovazione SEFRI.

Non rappresenta necessariamente il parere della SEFRI e la SEFRI non è responsabile dell'eventuale uso dei suoi contenuti.

© 2022

Tutti i diritti di proprietà intellettuale rimangono di proprietà degli autori

**Nota introduttiva**

Il presente volume è la traduzione di un testo originariamente scritto in inglese.

Il testo originale, «Educational Technologies for Vocational Training.

Experiences as Digital Clay», è liberamente accessibile online sul sito della SUFPF.

# Indice

<b>Introduzione</b>	6
Pierre Dillenbourg, Alberto Cattaneo, Jean-Luc Gurtner, Richard Lee Davis	
Capitolo 1	
<b>Il sistema svizzero di formazione professionale di base</b>	13
Pierre Dillenbourg	
Capitolo 2	
<b>Le tecnologie per l'apprendimento quale potente mezzo per trasformare l'alternanza in un'opportunità per incorporare le conoscenze teoriche nell'esperienza pratica: il modello Erfahrungraum</b>	22
Alberto Cattaneo, Jean-Luc Gurtner	
Capitolo 3	
<b>Raccogliere e conservare esperienze significative: le storie dei panettieri e dei cuochi</b>	27
Alberto Cattaneo, Jean-Luc Gurtner, Elisa Motta, Laetitia Mauroux	
Capitolo 4	
<b>Condividere le esperienze: la storia degli imbianchini</b>	39
Jean-Luc Gurtner, Alberto Cattaneo, Alessia Coppi	
Capitolo 5	
<b>Annotare le esperienze: la storia delle creatrici d'abbigliamento e non solo</b>	50
Alberto Cattaneo, Jean-Luc Gurtner, Valentina Caruso, Alessia Coppi	
Capitolo 6	
<b>Manipolare l'esperienza: la storia degli impiegati di logistica</b>	61
Pierre Dillenbourg, Patrick Jermann, Guillaume Zufferey	

Capitolo 7	
<b>Aumentare l'esperienza: la storia dei carpentieri</b>	74
Pierre Dillenbourg, Sébastien Cuendet, Lorenzo Lucignano e Jessica Dehler-Zufferey	
Capitolo 8	
<b>Espandere l'esperienza: la storia dei giardinieri</b>	88
Pierre Dillenbourg, Kevin Gonyop Kim	
Capitolo 9	
<b>Analytics per la formazione professionale di base</b>	101
Richard Lee Davis, Son Do-Lenh, Mina Shirvani Boroujeni, Ramtin Yazdanian	
Capitolo 10	
<b>Sintesi</b>	114
Pierre Dillenbourg, Alberto Cattaneo, Jean-Luc Gurtner, Richard Lee Davis	
<b>Epilogo</b>	117
Friedrich Hesse, Etienne Wenger-Trayner, Jim Pellegrino, Mike Sharples, Ulrich Hoppe e P. Robert-Jan Simons	
<b>Riferimenti bibliografici</b>	127

# Introduzione

Pierre Dillenbourg, Alberto Cattaneo, Jean-Luc Gurtner, Richard Lee Davis

L'ultima volta che vi siete recati in un panificio vi siete chiesti quale formazione aveste ricevuto il fornaio? Ha seguito corsi teorici o solo pratici? E il vostro meccanico? Sapete quanto è durata la sua formazione o se è stata generica o specifica per una marca di auto? Quanto tempo ha impiegato per la sua formazione e, durante questo periodo, ha ricevuto un compenso?

Come la maggior parte delle persone, potreste non essere in grado di rispondere completamente a queste domande. In realtà, queste risposte variano da Paese a Paese, spesso a seconda della professione. In Svizzera, dove la formazione professionale di base svolge un ruolo centrale nel panorama della formazione, i cittadini potrebbero essere in grado di fornire alcune risposte. Vi diranno che la formazione professionale di base si applica a due terzi degli adolescenti svizzeri, che viene insegnata durante la scuola secondaria superiore (± 16-20 anni di età) e che copre molte professioni (commessi, carpentieri, parrucchieri, impiegati). Effettivamente, oltre 240 professioni rientrano nella formazione professionale di base. Potrebbero anche spiegarvi che il sistema svizzero di formazione professionale di base viene definito «duale» poiché la maggior parte delle persone in formazione alterna uno o due giorni alla settimana a scuola con il lavoro presso un'azienda in qualità di dipendenti dove percepiscono uno stipendio.

Si tratta di domande semplici ma, per molti anni, le università locali non si sono occupate di questioni di livello superiore. Il sistema svizzero di formazione professionale di base è realmente efficace? I formatori dell'azienda di tirocinio forniscono un follow-up di alta qualità alle loro persone in formazione? I contenuti scolastici sono pertinenti per il posto di lavoro? Le persone in formazione rappresentano un costo o un vantaggio per le imprese? Vi sono interruzioni e quali sono le cause che ne determinano l'interruzione? Per decenni, le università svizzere hanno visto molti studiosi indagare altri settori della formazione, dalle scuole dell'infanzia all'apprendimento permanente ma solo poche università hanno effettuato ricerche sulla formazione professionale di base. Consapevole di questa debolezza all'inizio del presente secolo, la Segreteria di Stato per la formazione, la ricerca e l'innovazione (SEFRI) – ovvero l'ufficio federale responsabile della formazione professionale di base – ha invitato varie associazioni a richiedere fondi per svolgere ricerche su più temi. Uno di essi riguardava lo sviluppo delle tecnologie digitali nei contesti della formazione professionale di base e abbiamo ottenuto questa borsa di ricerca nell'ambito di una partnership tra quattro istituti (cfr. sezione «Riconoscimenti»).

Questo libro riassume 15 anni di ricerca (2007-2021) sullo sfruttamento delle tecnologie digitali per la formazione professionale di base. In altre parole, le nostre attività sono iniziate nello stesso anno in cui è stato lanciato il primo iPhone! Quattro gruppi di ricerca hanno costituito la prima leading house sull'argomento, denominata DUAL-T, dove T sta per tecnologie e DUAL si riferisce al sistema svizzero di formazione professionale di base, fondato in larga misura sull'alternanza di giorni a scuola e giorni sul luogo di lavoro. Questo progetto di ricerca a lungo termine, unico nel suo genere, ha riunito più di 50 ricercatori, prodotto 13 tesi di dottorato, portato allo sviluppo di molteplici ambienti di apprendimento digitale e ha permesso decine di studi empirici su migliaia di apprendisti e centinaia di insegnanti e formatori aziendali. DUAL-T ha sviluppato una rete di attori e operatori, tra cui scuole professionali e imprese, ma anche molte organizzazioni professionali ed enti pubblici cantonali o nazionali. Questo libro non fornisce un resoconto dettagliato di tutte queste attività, che sono state pubblicate altrove. Propone tuttavia diverse risposte alla domanda:

**«Quali tecnologie digitali contribuiscono al miglioramento della formazione professionale?»**

Nei sistemi di formazione professionale di base, così come in altri settori dell'istruzione, la scelta delle piattaforme educative non spetta agli insegnanti ma spesso è una decisione presa a scuola, nel distretto o a un livello gerarchico superiore. Pertanto, durante i nostri 15 anni di trattative con le scuole, molti insegnanti si sono rifiutati

di usare uno dei nostri strumenti perché vincolati da queste decisioni imposte dall'alto. In questo libro abbiamo cercato di rendere le scelte progettuali il più indipendenti possibile dalle piattaforme scolastiche. Non abbiamo potuto evitare alcuni vincoli ma alcune idee alla base dei nostri strumenti sono state implementate con WhatsApp, Instagram, MS Teams e Google Drive.

### **Destinatari**

I sistemi di formazione professionale di base nel mondo sono diversi da quello svizzeri, a eccezione di Austria e Germania e, in parte, dei Paesi Bassi. Tuttavia, abbiamo prestato particolare attenzione a descrivere il nostro lavoro in modo che avesse un significato anche al di fuori dei confini elvetic. Abbiamo scritto questo libro perché crediamo che molte delle questioni che abbiamo affrontato siano rilevanti per qualsiasi sistema di formazione professionale nel mondo, ad esempio, quella relativa alle differenze tra le conoscenze insegnate a scuola e quelle richieste dalla professione. Inoltre, riteniamo che molte delle soluzioni sperimentate e, più in generale, l'approccio pedagogico che abbiamo sviluppato possano essere utili anche al di là della formazione professionale di base, cioè ogniqualvolta si verificano occasioni di apprendimento formali e informali che si verificano, il che avviene quasi ovunque nella vita professionale.

Abbiamo scritto questo libro anche per invitare la comunità internazionale nel campo delle scienze della formazione e delle tecnologie didattiche a prestare maggiore attenzione al sistema di formazione professionale nel proprio Paese, anche se strutturato diversamente. Poiché molti ricercatori nei laboratori universitari non hanno sviluppato interesse per il percorso di formazione professionale di base, il contesto della formazione professionale di base è chiaramente sottorappresentato nelle pubblicazioni accademiche. Vorremmo anche aggiungere che molte delle questioni che affrontiamo sono rilevanti ben oltre la formazione professionale di base: manipolazioni tangibili, realtà aumentata o analisi dei dati dell'apprendimento (Learning Analytics) sono strumenti che migliorano qualsiasi settore dell'istruzione. Pertanto, ci aspettiamo che questo libro generi idee per molti pedagogisti, indipendentemente dai settori e dai Paesi coinvolti nei loro studi.

### **Possibili effetti**

Quali sono gli effetti dei Massive Open Online Courses (MOOC, corsi online aperti su larga scala) sulla formazione? Questo è il tipo di domande maliziose che spesso ci sono state poste negli ultimi anni. L'unica risposta precisa dovrebbe essere «nessuno» o, per essere più prolissi, potrebbe essere che un buon MOOC sia meglio di un cattivo MOOC. Questa verità lapalissiana si applica a qualsiasi variazione di questa domanda ottenuta sostituendo i MOOC con altri termini quali realtà aumentata, intelligenza artificiale e robotica. La storia delle tecnologie di apprendimento è lastricata di eccessive generalizzazioni e il loro corollario di eccessive aspettative. Sono il risultato di un mix di entusiasmo e ingenuità, o di interessi commerciali. Le eccessive aspettative sono di fatto dannose per la formazione, in quanto portano inevitabilmente alla delusione.

Abbiamo condotto molti studi empirici sugli ambienti digitali descritti in questo libro, alcuni con risultati deludenti, altri con incrementi statisticamente significativi nei risultati di apprendimento. Tuttavia, anche nei casi di successo, con cautela non decretiamo che la tecnologia X abbia l'effetto Y, ad esempio che le interfacce tangibili aumentino i risultati nell'apprendimento. Le eccessive generalizzazioni generano eccessive aspettative. Un esperimento con esiti positivi non garantisce che qualsiasi strumento che utilizzi la stessa tecnologia produca gli stessi risultati.

**Questi esperimenti dimostrano un effetto potenziale, non un effetto garantito.** Ad esempio, anche se uno studio ha dimostrato che alcuni ambienti di realtà aumentata (AR) aumentano i margini di apprendimento, non si può desumere che qualsiasi AR abbia la stessa efficacia in qualsiasi contesto. Naturalmente, sarebbe facile concepire un'altra AR in cui gli studenti non acquisiscono alcuna conoscenza. Ciò significa che non possiamo dedurre nulla da un esperimento di successo? Certo che no! Ciò



che è importante sottolineare è che la tecnologia non ha alcun effetto diretto e automatico sull'apprendimento, poiché il rapporto tra le scelte tecnologiche e i risultati dell'apprendimento è articolato in quattro fasi: (1) se opportunamente incorporata nella formazione (dal punto di vista della struttura didattica) da parte di insegnanti e formatori, la tecnologia consente agli allievi di (2) impegnarsi in specifiche attività individuali o di gruppo (ad esempio risolvere problemi, leggere, discutere, spiegare); tali attività (3) innescano processi cognitivi che (4) influenzano le competenze o conoscenze degli allievi. Ad esempio, si possono ottenere grandi risultati (4) con un sistema AR (1) per i giardinieri e scarsi risultati (4) con un altro sistema AR sulle stesse competenze, perché le attività (2) che gli apprendisti svolgono in quest'ultimo caso non innescano i processi cognitivi richiesti come nel primo esempio. Lo scopo di questo libro è mostrare questa concatenazione causale. I capitoli seguenti svelano le caratteristiche progettuali di una tecnologia (1) che consente attività avanzate nella formazione professionale di base (2) che, a loro volta, si ipotizza inneschino processi cognitivi (3) a sostegno dell'apprendimento (4). Vedremo anche la presenza di un quinto fattore nell'equazione: il modo in cui l'insegnante organizza tali attività in classe.

### **Domande di ricerca e struttura di questo libro**

In primo luogo forniamo al lettore le informazioni di base sul sistema di formazione professionale di base svizzero. Il **capitolo 1** non fornisce una panoramica completa di questo sistema ma fornisce gli elementi contestuali necessari non solo per comprendere le nostre attività di ricerca ma anche per distinguere, tra i contributi di questo libro, quelli che possono essere esportati in diversi sistemi di formazione professionale di base e non.

Presentiamo ora uno schema degli altri capitoli in ordine cronologico.

Abbiamo iniziato con una semplice domanda: *la formazione professionale di base può utilizzare le stesse tecnologie di apprendimento delle altre scuole secondarie superiori?* La risposta è piuttosto positiva per le tecnologie di apprendimento che non includono alcun contenuto iniziale, come i sistemi di gestione dell'apprendimento, i sistemi di partecipazione in aula o gli strumenti di collaborazione, i cui contenuti vengono aggiunti da insegnanti e studenti. Molti istituti di formazione professionale di base utilizzano gli stessi strumenti generici di altre scuole: Moodle, Zoom, Google Drive, clickers, ad esempio. La risposta alla domanda principale è diversa per gli strumenti che incorporano contenuti specifici, come corsi online o simulazioni scientifiche. In realtà, i curricula di formazione professionale di base comprendono un sottoinsieme di ciò che viene insegnato nelle scuole superiori in matematica, lingue e educazione civica, tra gli altri argomenti, nel quadro della «cultura generale» – nota anche come «Lingua, Cultura e Società (LCS)». Tuttavia, queste conoscenze sono spesso affrontate dagli insegnanti della formazione professionale di base in modo più concreto e meno accademico rispetto alle scuole secondarie generali che preparano gli studenti alle università. Ad esempio, una simulazione chimica o un MOOC sulle funzioni matematiche utili per le scuole superiori generali può risultare troppo teorica per gli studenti della formazione professionale di base. Il vero spirito della nostra interrogazione generale sulla ricerca non riguarda tanto il riutilizzo di strumenti di apprendimento generici utilizzati nelle scuole superiori, quanto l'esplorazione di tecnologie diverse dalle tecnologie generali, vale a dire specifiche per i contesti della formazione professionale di base. Per riflettere questa tendenza, la nostra domanda può essere riformulata nel modo seguente: **un sistema di formazione professionale di base beneficerebbe di tecnologie di apprendimento specifiche, concepite appositamente per rispondere alle esigenze della formazione professionale di base?**

Anche se la nostra presentazione del sistema di formazione professionale di base non copre tutta la sua complessità, il lettore comprenderà immediatamente ciò che i colleghi tedeschi chiamano il «problema dei due luoghi», vale a dire il disallineamento tra le due componenti del sistema duale, la scuola e il posto di lavoro. Parlando con insegnanti, persone in formazione e formatori aziendali, ci siamo subito resi conto dell'esistenza di «divari nelle competenze» (skills gaps) tra questi due luoghi: ciò che gli alunni apprendono a scuola non viene necessariamente percepito come utile

per le loro attività lavorative e ciò che fanno sul luogo di lavoro non consente loro di dare un senso a ciò che viene insegnato a scuola. Questi due luoghi si differenziano a seconda del tipo di conoscenze e competenze che forniscono ma anche a seconda dei loro obiettivi. Mentre i responsabili del posto di lavoro si aspettano una produttività ragionevole a breve termine, le scuole hanno una visione a lungo termine. Ad esempio, nell'assegnare compiti agli impiegati di logistica, i responsabili del magazzino non si aspettano che essi riorganizzino il magazzino stesso – il ruolo del responsabile – ma semplicemente che operino in modo efficiente sulla base delle istruzioni impartite dai loro formatori interni all'azienda. Dall'altra parte, le scuole insegnano come sia possibile ottimizzare le aree di stoccaggio, una competenza da cui gli apprendisti potrebbero trarre vantaggio dopo 10 anni di esperienza professionale quando, a loro volta, diventano responsabili di magazzino. In altre parole, anche se le competenze sono impermeabili al trasferimento, cioè al riutilizzo nel lavoro quotidiano di quanto appreso a scuola, esse non costituiscono un errore del sistema ma una sua caratteristica intrinseca: le due istituzioni, la scuola e l'azienda, hanno ruoli complementari, talvolta con un impatto rispettivamente a lungo termine e a breve termine. Per esprimerlo diversamente, un sistema non sarebbe duale se gli studenti incontrassero esperienze identiche nelle scuole e nelle aziende. Pertanto, la soluzione al «problema dei due luoghi» non consiste nell'eliminare questo divario di competenze, ossia nel cancellare le differenze tra l'apprendimento scolastico e quello sul posto di lavoro, qualora ciò fosse possibile. Il nostro approccio è invece quello di sfruttare queste differenze collegando l'esperienza sul posto di lavoro e le attività scolastiche, **utilizzare le tecnologie per consentire alle persone in formazione di dare un senso a ciò che hanno appreso in un contesto all'interno di un contesto diverso**. Questa prima ipotesi è ciò che noi chiamiamo **costruire ponti digitali** tra la scuola e il mondo del lavoro. Traduciamo questo principio in azione acquisendo l'esperienza sul posto di lavoro come materia digitale per alimentare le attività in aula e, viceversa, per potenziare le attività sul posto di lavoro con conoscenze scolastiche trasferibili. Abbiamo definito questa visione «**der Erfahrungsraum**» e sviluppiamo questo tema nel **capitolo 2**. I **capitoli 3, 4 e 5** illustrano **come questa visione abbia ispirato insegnanti e formatori in cinque professioni piuttosto diverse** – panettieri e cuochi (capitolo 3), imbianchini (capitolo 4), creatrici d'abbigliamento ed estetiste (capitolo 5) – e come siano riusciti a sfruttare le tecnologie che abbiamo loro fornito per migliorare l'allineamento di questi diversi luoghi di apprendimento, collegando l'apprendimento sviluppato a scuola con l'esperienza acquisita sul posto di lavoro.

Le persone in formazione devono apprendere competenze diverse da quelle che gli altri adolescenti devono acquisire nelle scuole superiori. I programmi di formazione professionale comprendono corsi specifici per la professione quali la struttura dei capelli per i parrucchieri o la tipologia del legno per i carpentieri. La diversità di tali corsi riflette la diversità delle 240 professioni del sistema di formazione professionale di base svizzero. Molte attività di apprendimento in questi programmi di studio condividono la necessità di manipolare oggetti fisici o di compiere azioni professionali, cosa che raramente accade nelle scuole superiori. Le scuole di formazione professionale di base beneficiano anche delle tecnologie digitali, grazie alle quali gli apprendisti hanno la possibilità di manipolare, fisicamente o almeno virtualmente, oggetti professionali realistici. Quando abbiamo iniziato, nel 2006, le interazioni tra uno studente e un ambiente di apprendimento erano limitate a un mouse e una tastiera, almeno nella pratica quotidiana. Per arricchire l'apprendimento con interazioni più fisiche, siamo stati pionieri nello sviluppo di interfacce tangibili ma anche di sistemi AR e di realtà virtuale. Oggi, con la crescita dell'Internet of Things e l'ubiquità della produzione additiva, la continuità tra aspetti digitali e fisici non ha più bisogno di essere dimostrata agli attori del sistema di formazione professionale di base. Nei **capitoli da 6 a 8** descriviamo **come tali tecnologie siano state concepite e applicate nelle scuole di formazione professionale di base** e riportiamo i risultati degli studi empirici condotti nell'ambito di quattro professioni diverse: addetti alla logistica (capitolo 6), carpentieri (capitolo 7), fioristi e giardinieri (capitolo 8).

Più un sistema è complesso, maggiore è lo sforzo necessario per controllarne il funzionamento. Al giorno d'oggi, un'automobile o un aereo sono sistemi complessi, completamente controllati tramite sensori. Alcuni sensori acquisiscono i dati dai loro

componenti interni; altri li acquisiscono dall'ambiente esterno. Anche i sistemi educativi sono dotati di sensori interni, come i tassi di fallimento, e di sensori esterni, come quelli che seguono lo sviluppo professionale di chi ha completato gli studi. Questi sensori sono processi di raccolta dati piuttosto lenti, come indagini o aggregazione di dati provenienti da statistiche scolastiche. I cicli normativi durano quindi diversi anni. La nostra terza ipotesi è che si potrebbe ottenere una regolamentazione più rapida accelerando l'adozione di Learning Analytics (analisi dei dati dell'apprendimento). La Learning Analytics è un metodo per seguire lo stato degli alunni a diversi livelli di dettaglio (granularità), dal rendimento individuale in un unico esercizio al tasso nazionale di abbandono in alcuni settori della formazione. Raccogliendo i dati in modo sistematico e rapido ed elaborandoli con metodi di machine learning, le tecnologie forniscono agli insegnanti e ai responsabili delle decisioni informazioni più rapide. Ad esempio, alcuni metodi di machine learning – se alimentati con dataset sufficientemente grandi – potrebbero essere in grado di prevedere se un apprendista abbandonerà o meno. Diversi progetti nell'ambito di DUAL-T hanno esaminato i vantaggi specifici della **Learning Analytics (analisi dei dati dell'apprendimento)** per il sistema di formazione professionale di base, come descritto nel **capitolo 9**.

### **Diverse tecnologie anziché una tecnologia specifica**

Questo libro non tratta di una specifica tecnologia digitale. I numerosi incontri avuti con persone in formazione, insegnanti e formatori aziendali nonché il nostro impegno a lavorare a partire dalle loro esigenze formative e a occuparci di esse, come si evince da queste discussioni, ci hanno portato a considerare diverse scelte tecnologiche e possibili soluzioni.

Il nostro scopo non è quello di ridurre al minimo l'importanza di altre tecnologie quali corsi online, materiale didattico drill & practice, simulazioni e sistemi di tutoring intelligenti. Le nostre scelte tecnologiche derivano dalla nostra ricerca di tecnologie specifiche per la formazione professionale di base. Un inconveniente di questo approccio è che molti degli strumenti che abbiamo sviluppato sono specifici per una professione o un ristretto numero di professioni: ad esempio, il nostro strumento AR per una comprensione intuitiva della statica è stato progettato per i carpentieri; è interessante per altri settori edili (muratori, addetti alle costruzioni metalliche, ebanisti) ma non per commessi, operatori sanitari o cuochi. Le idee didattiche alla base di questi specifici strumenti, tuttavia, potrebbero essere adatte a molte altre professioni. Lo schema creato appositamente per insegnare agli imbianchini la sicurezza e la tutela dell'ambiente può essere facilmente trasferito, *mutatis mutandis*, alle numerose professioni che si occupano di tali temi, come elettricisti, assistenti di laboratori chimici, elettroplaccatori, operatori forestali e carrozzieri, solo per citarne alcuni.

### **Ciò che questo libro non affronta**

Negli ultimi sei anni, prima che si sentisse parlare di pandemia, abbiamo assistito a una rapida evoluzione dell'atteggiamento degli operatori del settore dell'istruzione verso la trasformazione digitale del sistema della formazione professionale di base. La ragione principale di tale evoluzione non è purtroppo il lavoro riportato in questo libro, bensì la trasformazione digitale delle professioni stesse. La quarta rivoluzione industriale sta infatti interessando quasi tutte le professioni: la produzione additiva (stampa 3D), l'Internet of Things, i sistemi di data analytics, la produzione on-demand, i mercati online. Al giorno d'oggi, un meccanico di auto necessita ancora delle competenze per assemblare parti meccaniche ma ha anche bisogno di conoscere i sensori e gli strumenti diagnostici digitali in dotazione su tutte le auto. Il sistema di formazione professionale di base svizzero è concepito per adattarsi rapidamente all'evoluzione dei mestieri; il monitoraggio di tali cambiamenti fa parte del suo DNA. Pochi operatori interessati al settore dell'istruzione distinguono questa trasformazione dei mestieri dall'evoluzione delle tecnologie di apprendimento, una confusione che ci ha permesso di attirare l'attenzione di molti di essi. In ogni caso, questo libro non affronta il primo argomento ma solo il secondo. L'analisi dell'evoluzione del mondo del lavoro appartiene ad altri campi, distinti dai nostri, cioè l'economia e la socio-

logia, anche se abbiamo sfiorato l'argomento nell'applicare i metodi di machine learning per prevedere l'insorgenza di nuove esigenze formative (cfr. capitolo 9). Anche se distinti, questi due aspetti si rafforzano a vicenda sensibilizzando gli istituti di formazione professionale sul modo in cui dovrebbero accelerare il loro adattamento alla rivoluzione digitale.

La parola rivoluzione, usata nel paragrafo precedente, è effettivamente pertinente se parliamo di trasformazione rapida dei lavori ma vale anche per la trasformazione delle scuole. I giornalisti spesso ci chiedono di prevedere la prossima grande rivoluzione nel campo della formazione. «Sostituirete gli insegnanti con i robot?» non è una domanda poco frequente (ma stupida). «Come sarà l'istruzione nel 2050?» è un'altra tipica domanda a cui non si può dare una risposta seria. Sì, vi sono profondi cambiamenti irreversibili nel sistema educativo. Pensate a Wikipedia o al fatto che un apprendista possa trovare diversi video su YouTube che spiegano quasi ogni concetto o tecnica. Ci sono tendenze significative, soprattutto evoluzioni culturali, ma non bisogna aspettarsi una rivoluzione profonda nella formazione dei prossimi decenni. **Questo libro non intende prevedere il futuro**, né drammatico né glorioso. Intende informare tutte le parti interessate su **ciò che oggi è possibile** con le tecnologie esistenti. Il futuro non è ancora stato scritto: dipende da come insegnanti, manager aziendali e persone in formazione tradurranno le opportunità digitali in successi di apprendimento.

Questo libro è rilevante per coloro che sono coinvolti nella **formazione aziendale**? Lasciamo a voi il giudizio, la risposta è complessa. L'evidente differenza tra formazione professionale e formazione aziendale consiste nel fatto che la prima riguarda la fase iniziale della formazione mentre la seconda è collegata a una carriera professionale. Gli apprendisti devono seguire la prima, i dipendenti solitamente scelgono di frequentare la seconda. La prima dura tre o quattro anni, la seconda un paio di giorni all'anno. Il futuro dei tirocinanti rappresenta una differenza notevole. Nell'ambito della formazione professionale, l'azienda non promette di assumere l'apprendista alla conclusione del percorso. Alcune imprese assumono addirittura apprendisti pur sapendo esplicitamente che non intendono assumere nuovi dipendenti. Al contrario, la formazione aziendale viene offerta ai dipendenti che ci si aspetta rimangano in azienda; diversi responsabili della formazione ci hanno espresso la loro preoccupazione che un dipendente ben formato possa lasciare l'azienda.

Nonostante tali differenze, la formazione aziendale e la formazione professionale si trovano di fronte a una sfida comune: in che modo le conoscenze acquisite durante le attività di apprendimento/formazione vengono utilizzate in modo da accrescere il rendimento o la soddisfazione professionale del lavoratore? Questo è un problema per molte persone in formazione che si lamentano dell'inutilità della scuola nonché per i dipendenti che, quando viene chiesto di valutare la pertinenza di un seminario, commentano più spesso la qualità del caffè rispetto alla pertinenza dei contenuti del corso. Non abbiamo mai incontrato un chief learning officer o un responsabile delle risorse umane che calcoli il rendimento dell'investimento nella formazione del proprio personale: per ogni dollaro speso per la formazione, quanti dollari sono stati guadagnati in maggiore produttività, migliori vendite, riduzione degli sprechi, maggiore soddisfazione della clientela, soddisfazione del personale sul lavoro o mantenimento dei rapporti? Il modo in cui gli sforzi di istruzione e formazione incidono effettivamente sulle prassi professionali è una questione che riguarda sia la formazione professionale di base sia la formazione aziendale ma è oggetto di maggiore attenzione nella prima. Pertanto, questo libro potrebbe anche essere fonte di ispirazione per coloro che si occupano di formazione aziendale.

## Ringraziamenti

I seguenti ricercatori hanno partecipato a questo percorso di ricerca:

Presso il Politecnico Federale di Losanna (EPFL): Pierre Dillenbourg, Patrick Jermann, Jessica Dehler-Zufferey, Beat Schwendimann, Katerina Oertle, Richard Lee Davis, Guillaume Zufferey, Son Do-Lenh, Sebastien Zufferey, Lorenzo Lucignagno,

Mina Bouroujani, Kevin Gonyiop Kim, Ramtin Yazdanian, Manfred Kunzle, Emily Lettry e Florence Colomb, a cui si aggiungono numerosi studenti master e tirocinanti estivi.

Presso la Scuola universitaria federale per la formazione professionale (SUFFP): Alberto Cattaneo, Christoph Arn, Elena Boldrini, Valentina Caruso, Alessia Coppi, Martin Dobricki, Gianni Ghisla, Elisa Motta, Markus Sanz e Berno Stoffel, oltre a molti insegnanti e studenti che ci hanno aiutato a realizzare i nostri esperimenti sul campo.

Presso l'Università di Friburgo: Jean-Luc Gurtner, Joris Felder, Nicole Furlan, Laetitia Mauroux, François Jimenez e Jessica Dehler-Zufferey.

Presso l'Università di Ginevra (durante la prima metà della leading house): Mireille Betrancourt, Daniel Schneider, Monica Gavota e Giulia Ortoleva.

La leading house è stata coordinata da Pierre Dillenbourg, con la collaborazione di Alberto Cattaneo e Jean-Luc Gurtner. Abbiamo beneficiato di un grande Comitato consultivo che ha incontrato il team ogni anno: Friedrich Hesse, Etienne Wenger-Trayner, Jim Pellegrino, Mike Sharples, Ulrich Hoppe e P. Robert-Jan Simons. Il programma di ricerca è stato supervisionato da un Comitato di ricerca progressivamente guidato da Fritz Oser, Frank Achentagen e Christiane Spiel. Abbiamo ricevuto un grande sostegno da questi esperti e dalla Segreteria di Stato per la formazione, la ricerca e l'innovazione (SEFRI) nelle persone di Josef Widmer, Serge Imboden, Johannes Mure e Isabelle Schenker.

## Capitolo 1

# Il sistema svizzero di formazione professionale di base

Pierre Dillenbourg

Se osservate un granchio che cammina sulla soffice sabbia di una spiaggia, considererete estremamente complessi i movimenti tridimensionali delle sue zampe. Lo sono. Tale complessità deriva però dalla complessità del micropaesaggio sabbioso che, dal punto di vista dei granchi, è costituito da una miriade di colline e valli irregolari. Questo capitolo rivelerà che il sistema di formazione professionale di base svizzero è molto più complesso di quanto l'aggettivo «duale» possa esprimere. Come per i granchi, questa complessità deriva dall'adattamento al contesto economico e alla cultura politica della Svizzera. Capire come un sistema educativo si adatti al proprio ecosistema sociale è una condizione per esportare alcune delle idee presentate in questo libro in altri contesti di formazione professionale e non.

Il presente capitolo inizia con una visione d'insieme del sistema di formazione professionale di base svizzero, ne approfondisce la complessità e lo mette in relazione con il proprio ecosistema. Esistono molti studi sulla formazione professionale di base svizzera molto più approfonditi di questo capitolo. Non intendiamo fornire un quadro completo ma piuttosto indicare alcuni elementi degni di nota. I lettori che hanno familiarità con il sistema della formazione professionale di base svizzero possono naturalmente saltare questo capitolo o godere di un punto di vista originale e soggettivo, non avendo tre dei quattro redattori di questo libro studiato in Svizzera.

### Un'immagine patinata

Cosa hanno in comune Guy Parmelin, Presidente della Confederazione svizzera (nel momento in cui scriviamo), Sergio Ermotti, recente CEO di UBS (una delle maggiori banche al mondo) e Claude Nobs (fondatore del Montreux Jazz Festival)? Abbiamo sentito molti oratori elvetici porre questa domanda, il che dimostra un legittimo orgoglio per il sistema della formazione professionale di base svizzero. La risposta è che tutti e tre hanno iniziato la loro carriera con un apprendistato. Se fate la stessa domanda riguardo a leader francesi, la risposta potrebbe essere una «grande école» come SciencesPo, ENA o l'École Polytechnique. Il dibattito ufficiale svizzero colloca la formazione professionale di base da qualche parte vicino a Roger Federer. Si può obiettare che si tratti di un'esagerazione, che le pratiche sul campo siano tanto patinate quanto la cartolina consegnata alle numerose delegazioni straniere della formazione professionale che visitano il Paese. Il sistema viene spesso elogiato come uno dei fattori che spiegano il basso tasso di disoccupazione e lo stato di salute delle piccole e medie imprese (PMI) che costituiscono il cuore dell'economia svizzera. Questa relazione è ampiamente discussa dagli economisti. Tuttavia, sia il quadro romanizzato o meno, esso rivela un fatto sociologico peculiare: conoscete qualche altro Paese così fiero del proprio sistema di formazione professionale? Le nostre autorità federali sono ansiose di mantenere questa reputazione di eccellenza che esse considerano una risorsa per le imprese svizzere che competono sul mercato internazionale. La loro volontà di sviluppare la nostra leading house nel campo delle tecnologie di apprendimento riflette questa continua ricerca dell'eccellenza.

La formazione professionale di base svolge effettivamente un ruolo centrale all'interno del sistema di formazione generale. Dopo la scuola dell'obbligo, all'età di circa 16 anni, gli studenti scelgono tra due percorsi per la scuola secondaria superiore: quello professionale, con un apprendistato di tre o quattro anni, o quello accademico, al termine del quale ottengono il diploma (chiamato «maturità») richiesto per accedere all'università. Nell'estate del 2020, il 62% dei diplomi di scuola secondaria superiore è stato consegnato ad apprendiste e apprendisti del percorso professionale. Questo rapporto tra la formazione professionale di base e l'istruzione generale varia da

Cantone a Cantone, con una maggiore diffusione nella parte germanofona del Paese – ma è uno dei più alti al mondo.

La scelta che gli adolescenti devono fare non è del tutto libera. Al di là delle consuete forme di determinismo sociale, due condizioni interferiscono con esso. In primo luogo, gli alunni devono ottenere buoni risultati nella scuola elementare e secondaria inferiore per poter accedere alla carriera accademica. In alcuni Cantoni, il processo di selezione inizia per i bambini a partire dall'età di dieci anni. In secondo luogo, l'avvio di un apprendistato richiede la stipula di un contratto con un datore di lavoro. Si tratta di un elemento molto emblematico della cultura della formazione professionale di base: in molti casi, l'apprendista deve firmare un contratto con un'impresa prima di essere ammesso ad una scuola professionale. Poiché la formazione professionale di base è una tradizione svizzera, l'offerta di contratti di apprendistato è globalmente superiore alla domanda ma esistono discrepanze tra domanda e offerta (in un senso o nell'altro) in alcune professioni, che le autorità cantonali cercano di gestire. Alcuni adolescenti non ottengono un contratto a causa di precedenti scarsi risultati scolastici, problemi comportamentali o difficoltà linguistiche.

La fine della scuola dell'obbligo e l'inizio della formazione professionale di base dovrebbero avvenire intorno ai 16 anni. Importante per noi, i giornalisti descriverebbero questi apprendisti come «nativi digitali». È vero che, quando abbiamo testato strumenti innovativi nelle loro aule, la loro prima reazione è stata quella di stendere le mani verso le proprie tasche chiedendo: «*Posso fare una foto?*». In veste di direttore di una scuola, Michel Tatti ci ha raccontato che, durante una cerimonia di diploma «*arrivano come bambini e se ne vanno come adulti; li accompagniamo in questa fase importante della vita*» (nostra traduzione). Poiché l'età media per firmare un contratto è intorno ai 18 anni, alcuni studenti iniziano un altro percorso e alcuni capi preferiscono studenti leggermente più maturi. Le autorità cantonali offrono diverse strutture transitorie per gestire questa incerta fase dell'adolescenza. Il tasso di successo è elevato: il 92% delle persone in formazione ottiene una certificazione professionale (Rapport Suisse sur l'Education, 2018). Tra coloro che hanno perso il contratto, l'84% ha iniziato un altro apprendistato e il 90% l'ha portato a termine con successo. Oltre al certificato standard, circa il 50% supera con successo l'esame di «maturità professionale» che permette di accedere a un'università di scienze applicate (Rapport Suisse sur l'Education, 2018).

La distribuzione delle professioni è sbilanciata. Anche se idraulici, carpentieri e panettieri sono spesso considerati professioni prototipiche nella formazione professionale di base, il 24% sono impiegati (banche, assicurazioni o servizi pubblici), il 14% sono addetti nel settore delle vendite, il 9% nel settore dell'edilizia e il 9% nel settore sanitario. Il restante 44% si assottiglia in una lunga coda, terminando con professioni come fabbri, esperti di acustica e costruttori di strumenti a fiato. Le professioni in cui abbiamo sperimentato i nostri approcci non sono tra le più rappresentate: gli addetti alle vendite e gli impiegati. Abbiamo lavorato soprattutto con professioni in cui l'esperienza è stata segnata dalla realizzazione di alcuni manufatti quali un tetto, una torta, un bouquet, un giardino o un abito. Le tecnologie di apprendimento che abbiamo sviluppato riflettono questa distorsione, a sua volta radicata nelle nostre domande di ricerca. Questa tendenza è una scelta esplicita ma anche un limite del nostro lavoro.

Lo stipendio mensile delle persone in formazione inizia con circa 700 franchi svizzeri e aumenta lentamente con gli anni. Si tratta circa dell'11% del salario medio di un adulto ma è comunque importante come stipendio iniziale. Devono compensare questo salario con il fatto che passeranno dalle normali 13 settimane di vacanze scolastiche annuali alle sole 5 settimane di vacanza dei dipendenti svizzeri. Gli economisti hanno dimostrato che la scarsa produttività delle persone in formazione agli inizi viene compensata dalla loro maggiore produttività nell'ultimo anno, comportando un profitto per le aziende interessate (Strupler Leiser & Wolter, 2013).

## Tipologie di alternanza

La caratteristica principale del sistema di formazione professionale di base svizzero è l'alternanza, vale a dire una successione di periodi a scuola e periodi all'interno di un'azienda. La tipologia di alternanza definisce la frequenza dei passaggi tra scuola e lavoro.

Di fatto coesistono **varie tipologie di alternanza**, con l'alternanza settimanale che è di gran lunga la tipologia più frequente in tutto il Paese e tra tutte le professioni. È importante approfondire la sua complessità perché è il risultato dell'adattamento a contesti diversi, come fa il granchio quando cammina sulla sabbia. Questo adattamento locale mira ad adeguare i risultati del sistema di formazione professionale di base alle esigenze delle imprese. Le questioni tecnologiche che affrontiamo devono tenere conto di tale diversità di alternanze.

- **L'alternanza settimanale** è la forma prototipica dell'alternanza scuola-lavoro nei curricula di formazione professionale di base svizzeri. Spesso comporta un giorno a scuola e quattro giorni sul luogo di lavoro alla settimana ma può anche prevederne due e tre per alcune professioni e diplomi o in alcuni Cantoni. Per alcuni programmi può essere 2+3 nel primo anno e 1+4 negli anni successivi o viceversa. Nelle scuole di formazione professionale di base, gli apprendisti frequentano sia le lezioni generali (matematica e lingue) sia le lezioni di teoria professionale, ad esempio sulle proprietà del legno o sulla statica per i carpentieri. Come ci hanno raccontato molti apprendisti, essi non si aspettano molto dalla loro giornata scolastica se non che sia meno stressante di una normale giornata lavorativa, durante la quale devono svegliarsi prima e adattarsi al ritmo di produzione del luogo di lavoro. Molti di loro in passato non hanno avuto esperienze molto positive a scuola. Un'interessante funzione della giornata scolastica è quella di ampliare la loro conoscenza del settore condividendo le loro esperienze con i compagni. Ad esempio, un apprendista carpentiere potrebbe lavorare in un'azienda che produce solo chalet, mentre un altro potrebbe lavorare in un'azienda che produce case moderne. Riunirsi a scuola compensa in qualche modo la casualità di ottenere un contratto con una qualsiasi azienda. Ci siamo imbattuti, ad esempio, in alcuni assistenti dentali che pulivano solo strumenti dentali per tutto il giorno e che hanno beneficiato di interazioni scolastiche con altri apprendisti che avevano la fortuna di svolgere attività più ricche quali, ad esempio, posizionare gli strumenti nella bocca del paziente.
- Nella formazione professionale di base svizzera esiste anche l'**alternanza semestrale**, vale a dire qualcosa di simile al tradizionale schema di tirocinio, in cui gli studenti si iscrivono a una scuola e devono svolgere uno o due tirocini semestrali in un'azienda. Abbiamo riscontrato questo modello nelle scuole a tempo pieno o «écoles des métiers» – come vengono chiamate nella Svizzera occidentale – in cui il sistema dell'apprendistato non ha la stessa tradizione che riveste nella Svizzera orientale. Oltre a questa ragione storica, ne esistono anche di più pratiche: in alcune professioni, ad esempio nel settore informatico, una persona in formazione necessita di una formazione di base prima di risultare minimamente interessante per un'azienda; mentre in altre professioni un principiante può già svolgere compiti utili quali la pulizia degli spazi e degli attrezzi per un parrucchiere o il cambio delle gomme invernali per un meccanico.

In secondo luogo, le diverse tipologie di alternanza sono definite dal grado di (non) integrazione delle attività scolastiche e professionali:

- **La scuola è distinta dall'azienda.** Nel modello duale standard, la scuola e il posto di lavoro sono istituzioni separate. L'insegnante della scuola e il formatore aziendale generalmente si conoscono: l'insegnante è di solito un ex collega del formatore aziendale. Poiché l'insegnante può seguire 3 classi di 16 apprendisti, ciò significa che vi sono fino a 48 formatori aziendali, un numero inferiore quando le grandi imprese assumono più apprendisti. Le interazioni dirette tra il formatore aziendale e l'insegnante avvengono perlopiù tramite l'apprendista. Questo rapporto triangolare docente-apprendista-formatore è al centro del sistema di formazione professionale di base svizzero ma, paradossalmente, si tratta di un canale poco



sfruttato. La storia di come la nostra piattaforma Realto abbia cercato di sfruttare questo canale è descritta nel capitolo 4.

- Per «**azienda all'interno della scuola**» si intendono le scuole che prevedono laboratori che sostituiscono l'esperienza sul luogo di lavoro. È il caso di alcune professioni, come i creatori d'abbigliamento con i quali abbiamo condotto diversi esperimenti. Per avvicinarsi all'esperienza reale sul posto di lavoro, gli studenti producono capi reali che sono stati ordinati dai clienti. Ad esempio, il Direttore della Technische Fachschule Bern, Matthias Zurbuchen, ci ha raccontato che la sua scuola produce circa 2 milioni di franchi svizzeri di vestiti all'anno. Ha spiegato che, naturalmente, alcune grandi aziende lavorano con l'Asia in caso debbano ordinare 20'000 capi ma considerano più rapido lavorare con i laboratori delle scuole se vogliono ordinare solo 20 o un numero inferiore di capi. Nonostante questi sforzi, l'esperienza di un'azienda all'interno della scuola rimane diversa da quella di un'azienda reale, caratterizzata da una cultura e un'identità distinte e da una varietà di professioni. Abbiamo testato il nostro sistema AR per giardinieri con una scuola simile a Sion che accoglie giovani in difficoltà provenienti dai Cantoni francofoni. Una constatazione informale è stata che le nostre tecnologie concrete si rivelavano addirittura più attraenti per questi adolescenti con esigenze particolari di quanto lo fossero per la popolazione in generale.
- **La «scuola all'interno dell'azienda».** Alcune aziende hanno formato un'unione per disporre di scuole private dedicate alle loro specifiche esigenze formative. Un esempio è Aprentas, nella regione di Basilea. L'area nord-occidentale della Svizzera è un centro di riferimento a livello mondiale per aziende chimiche e farmaceutiche. Tre aziende leader – BASF, Syngenta e Novartis – hanno creato un'organizzazione no-profit che si è ampliata fino a includere altre 70 imprese. Formano ogni anno 500 apprendisti in 15 professioni differenti, tra cui tecnici di laboratorio e operatori in automazione. La produzione di vaccini necessita di una buona automazione! Questa organizzazione è stata riconosciuta dalle autorità cantonali e federali. Ciò dimostra quanto il sistema di formazione professionale di base si adatti all'economia locale. Analogamente, un'associazione professionale nel settore sanitario ha creato il centro XUND. L'associazione riunisce molti attori del sistema sanitario della Svizzera centrale: ospedali, nidi per l'infanzia o case per anziani, servizi di assistenza a domicilio e aziende mediche. Formano 2'700 apprendisti in 17 professioni, dagli assistenti di cura agli aspetti tecnici delle istituzioni sanitarie. In altri Cantoni, gli apprendisti di questi due settori possono frequentare una scuola pubblica. Questi esempi di influenza privata sul sistema di formazione professionale di base non lo soffocano in questo Paese liberale come accadrebbe in alcuni Paesi limitrofi. L'alternanza in questi centri è un mix dei due modelli precedenti, con laboratori che si svolgono nei centri ma anche attività che proseguono nelle aziende partner.

Finora abbiamo trattato il sistema di formazione professionale in Svizzera come duale. Ciò non è sbagliato ma si tratta solo di una generalizzazione grossolana. Oltre alle scuole e alle aziende, nel sistema di formazione professionale di base svizzero esiste un'altra sede della formazione, i cosiddetti **corsi interaziendali**. Si tratta di corsi organizzati da associazioni professionali nelle proprie sedi, sedi che spesso forniscono attrezzature che le scuole o le PMI non possono permettersi. Rappresentano l'anello mancante tra la scuola e l'azienda. Possiedono un'altra struttura del calendario e generalmente durano più di una settimana due volte l'anno ma, in altre professioni, il numero di giorni è inferiore o può essere distribuito nel corso dell'anno. Forniscono perlopiù attività pratiche ma anche lezioni più teoriche. Riuniscono apprendisti provenienti da diverse scuole della stessa regione. Alcuni centri riuniscono anche apprendisti appartenenti a diverse professioni operanti nello stesso settore, ad esempio imbianchini, carpentieri e muratori per il settore edile.

## Diversità

Come illustrato nella sezione precedente, il sistema di formazione professionale di base svizzero è un mosaico di sottosistemi estremamente diversificato. Il formato del processo di formazione professionale varia a seconda della professione, del Cantone e della lingua. Questa diversità può essere interpretata come un'enorme complessità o come un effetto collaterale di un effettivo adattamento alle esigenze locali, come dimostrano *Aprentas* o *XUND*. Entrambe le caratteristiche sono effettivamente corrette. Nel complesso, riflette una cultura politica di indipendenza locale che consente l'adattamento delle soluzioni ai contesti locali. La Svizzera è un Paese veramente federale. Il governo federale è composto da sette Consiglieri, uno dei quali diventa Presidente del Paese a rotazione annuale, a differenza di altri Paesi federali come gli Stati Uniti e la Germania. Almeno 7 Cantoni hanno meno di 100'000 abitanti. Locale significa davvero locale in questo contesto. La Confederazione non ha un Ministro della formazione ma 26, cioè uno per Cantone. L'istruzione obbligatoria è gestita interamente dai Cantoni. A livello federale, il Ministro dell'economia si occupa anche della formazione e della ricerca, una caratteristica che farebbe impazzire qualsiasi sociologo francese. Essi nominano un Segretario di Stato per la formazione che dirige, tra l'altro, l'Ufficio federale incaricato della formazione professionale. Questo ufficio aggiorna i curricula (ordinanze sulla formazione) per ogni professione ogni cinque anni. Questo processo avviene in collaborazione con la Scuola universitaria federale per la formazione professionale (SUFFP) e con le rispettive associazioni professionali nazionali che formulano le loro proposte dopo aver consultato le associazioni regionali o cantonali. Nel capitolo 9 spiegheremo che cinque anni, per quanto impegnativi, sono un periodo piuttosto breve rispetto all'evoluzione delle professioni e mostreremo come i metodi AI potrebbero accelerare tale processo. Nell'istruzione obbligatoria, il coordinamento dei curricula per area linguistica è stato attuato solo 10 anni fa, dopo 40 anni di opposizione cantonale, per cui la definizione dei programmi a livello federale rappresenta un risultato notevole. Anche quando i curricula vengono definiti a livello sovra-cantonale, il finanziamento è per lo più cantonale (la maggior parte delle imposte sono cantonali), il che crea tensioni permanenti tra le autorità federali e cantonali e spiega in parte la diversità in essere. Le risorse destinate alle scuole di formazione professionale di base, come le tecnologie di apprendimento, non possono pertanto essere decise dall'alto verso il basso a livello federale, nel bene o nel male. Berna non è Parigi. Ogni Cantone o associazione sceglie le tecnologie per i propri apprendisti. Questa autonomia locale genera complessità e rappresenta un elemento irrevocabile della cultura politica elvetica. Questa autonomia locale caratterizza anche il mondo aziendale. La Svizzera può essere rinomata per alcune grandi multinazionali ma il cuore dell'economia è la sua miriade di PMI. Lo sviluppo della formazione professionale di base e delle PMI va di pari passo: se un'azienda ha 20 dipendenti può assumere un apprendista, anche se non dispone di un reparto ufficiale per la formazione. Prendiamo una carpenteria nel Cantone di Vaud. Probabilmente appartiene all'associazione che ha aziende analoghe nella zona francofona del Paese e interagisce con le loro controparti nella regione germanofona. Probabilmente appartiene anche a «Group Bois» (Gruppo Legno) – l'organizzazione che riunisce carpentieri, falegnami ed ebanisti che, a sua volta, è un sottogruppo della *Fédération vaudoise des entrepreneurs* (Federazione cantonale degli imprenditori) che comprende tutte le imprese attive nel settore dell'edilizia. Il «Group Bois» avrà contatti con il «Centre Patronal» dello stesso Cantone e forse con la locale Camera di commercio e dell'industria nonché con l'USAM, l'associazione nazionale delle PMI. In altre parole, l'aspetto aziendale della formazione professionale di base è complesso quanto il mondo della formazione. La buona notizia è che tali soggetti sono generalmente interessati alla formazione professionale di base. Abbiamo svolto numerosi colloqui durante le loro assemblee annuali cantonali o federali. In diverse professioni, la documentazione professionale che gli apprendisti devono acquisire viene sviluppata (e venduta) da alcune di queste associazioni. Da anni sosteniamo che potrebbero anche finanziare lo sviluppo delle risorse digitali, un'idea che trova sempre maggiori consensi.

## Identità

Queste tipologie di alternanza non sono equivalenti in termini di identità sviluppata dagli apprendisti. Nella tipologia settimanale, ad esempio, l'apprendista elettricista che lavora per la principale azienda ferroviaria svizzera, le FFS, si considererà rapidamente un dipendente delle FFS e non uno studente. Lo stesso senso di appartenenza non esiste quando la scuola domina la vita dell'apprendista.

Questa identità svolge un ruolo fondamentale nel sistema di formazione professionale. Un carpentiere ci ha spiegato di non avere niente a che fare con i falegnami. In realtà, i carpentieri costruiscono strutture per case e tetti e scale; i falegnami costruiscono scale, finestre e armadi. Il confine tra le loro professioni è davvero labile. Nel Cantone di Vaud hanno costituito un'associazione congiunta. Il lavoro quotidiano si sovrappone ma la loro identità è diversa. Camminare su una trave di un tetto a cinque metri da terra è una tipica caratteristica del carpentiere. Quando abbiamo visitato cantieri dove tutti parlavano francese, abbiamo avuto difficoltà a capire i carpentieri, avendo la maggior parte dei pezzi di una struttura del tetto un nome specifico: Wikipedia ha un lessico per i carpentieri con 478 termini che nessun conoscente della lingua francese capirebbe se non fosse carpentiere. Parlare il gergo tipico della professione è un aspetto dell'identità. Ogni professione ha anche il proprio dress code: un abito e una cravatta per gli apprendisti impiegati, un elmetto e una tuta da lavoro per altri, di colore bianco per imbianchini e stuccatori. Quando vedete un apprendista in una stazione ferroviaria, potete quasi indovinare quale mestiere stia imparando. Sembra come se tutti questi adolescenti avessero letto il libro di Lave e Wenger (2001) sulla «legittima partecipazione periferica».

Siamo convinti che lo sviluppo di una forte identità professionale abbia un effetto positivo sugli apprendisti sia in termini di motivazione per la componente scolastica sia per una più agevole integrazione sul posto di lavoro. Abbiamo dedotto che le tecnologie per l'apprendimento che abbiamo sviluppato dovrebbero possedere alcuni elementi identitari. Per le nostre piattaforme online abbiamo adottato il layout grafico della loro organizzazione professionale. Insegnando la statica ai futuri carpentieri, ci era chiaro che essi avrebbero dovuto manipolare strutture in legno, essendo quelle in plastica equivalenti a livello cognitivo ma complicate nella cultura di un carpentiere.

## Insegnanti e formatori aziendali

Gli insegnanti e i docenti dei corsi interaziendali sono professionisti part-time o ex professionisti nel loro campo di insegnamento. Di solito conoscono le aziende locali nel loro settore, le loro pratiche e le macchine che utilizzano. Tuttavia, alcuni possono aver lasciato il mondo aziendale da molto tempo e la loro competenza può lentamente allontanarsi dai metodi o dalle tecnologie quotidianamente utilizzati. Un insegnante di carpenteria ci ha raccontato questo aneddoto: quando ha tenuto la sua prima lezione a scuola, un apprendista gli ha chiesto se fosse diventato insegnante perché fosse fallito. Gli adolescenti possono essere crudeli ma ciò riflette una realtà.

Se un professionista in X vuole insegnare X in una scuola di formazione professionale di base, deve frequentare l'800 ore (60 crediti ECTS) di formazione. I formatori all'interno dell'azienda devono seguire un programma di formazione più snello. In entrambi i casi, essi traggono vantaggio dall'introduzione alle tecnologie per l'apprendimento attraverso alcuni moduli specifici. Tuttavia, l'impatto di questi moduli rimane limitato. Lo stesso fenomeno è stato riscontrato nella formazione degli insegnanti pre-servizio: se durante i tre anni di formazione – che copre circa 60 corsi – uno studente riceve 2 corsi dedicati alle tecnologie per l'apprendimento e 58 corsi su altri argomenti che non utilizzano alcuna tecnologia, il messaggio che riceve è chiaro. «È bello sapere che ci siano ma non devi usarle».

## Documentazione dell'apprendimento

Durante la loro formazione, gli apprendisti devono completare una sorta di portfolio che riassume i loro principali risultati professionali. Anche tale documentazione fa parte della loro valutazione finale. Le pratiche in questo campo, tuttavia, variano molto da una regione nonché da una professione all'altra. Panettieri e cuochi, ad esempio, documenteranno un certo numero di ricette; gli elettricisti descriveranno in dettaglio i preventivi e le realizzazioni effettive per i clienti. Tutti hanno un modello da compilare. È il formatore aziendale che deve assicurarsi che l'apprendista compili correttamente la propria documentazione ma non tutti assumono pienamente questo ruolo. In alcuni casi, esso viene percepito come un dovere amministrativo. Si tratta tuttavia di un elemento centrale del sistema di formazione professionale di base svizzero e l'abbiamo inserito nel nostro approccio digitale.

## Esportare la formazione professionale di base all'estero

Vi sono stati molti tentativi di esportazione del sistema svizzero in altri Paesi. Numerose delegazioni straniere sono venute per apprenderlo meglio ma non sappiamo se il trasferimento abbia avuto alcun esito positivo. La causa si ricollega a quanto abbiamo precedentemente spiegato: quanto profondamente il sistema di formazione professionale di base svizzero sia radicato nella cultura politica e nel tessuto economico locale. Una volta un carpentiere ci ha detto: «*Non ho bisogno di un dipendente ma ho preso un apprendista*». Gli abbiamo chiesto perché e la sua risposta è stata: «*Perché sono un carpentiere, è nostro dovere farlo*». Questo senso di responsabilità collettiva, altro tratto distintivo della cultura svizzera, non ce lo si può semplicemente attendere dalle PMI di un Paese che non possiede la medesima tradizione. Vi sono stati tentativi di applicazione di un approccio duale alla formazione professionale di base intorno a grandi aziende svizzere che hanno stabilimenti in Cina e negli Stati Uniti, in particolare in Colorado e Connecticut. Gli ultimi due ambasciatori statunitensi in Svizzera hanno visitato il nostro laboratorio all'EPFL. Anche se un CEO è convinto, tuttavia, il resto del personale e le scuole locali devono stare dalla sua parte, per non parlare dei genitori che avrebbero difficoltà a capire cosa significhi per i loro figli svolgere un apprendistato.

Anche se la nostra leading house si è concentrata sulla Svizzera, abbiamo portato nel Kerala (India) i nostri strumenti per la formazione dei carpentieri. Si trattava di un ambiente AR per sviluppare le capacità di ragionamento tridimensionale necessarie per tagliare le travi di legno per costruire un tetto (cfr. capitolo 7). Abbiamo scoperto che in India il legno è troppo raro e prezioso per creare qualcosa di grande come un tetto. Ciò dimostra quanto sia difficile trasferire una tecnologia di apprendimento da un contesto a un altro. Non cambieremo una cultura economica lanciando un progetto, per quanto ambizioso. Dobbiamo rimanere modesti e realistici riguardo a ciò che si può esportare. Ciononostante, speriamo che alcune delle tecnologie che abbiamo sviluppato possano trovare impiego in altri contesti senza che il cambiamento culturale diventi un prerequisito. Se così fosse, potrebbero trasmettere frammenti della cultura della formazione professionale di base svizzera come un cavallo di Troia nei confronti di altri sistemi di formazione professionale di base.

## In conclusione

Una volta, il Direttore delle Risorse Umane di una banca privata di Ginevra è venuto a trovarci ed ecco più o meno il dialogo intercorso con lui. Chiamiamolo Jean.

Jean Dobbiamo utilizzare tecnologie per l'apprendimento per formare il nostro personale.

Pierre Perché?

Jean Dobbiamo innovarci, tutte le banche stanno passando alla formazione digitale!

Pierre Ha qualche problema?

Jean No, siamo una banca privata, non abbiamo problemi.

Pierre Allora torni da me quando avrò un problema e cercheremo una soluzione.

Questo dialogo è stato seguito da una buona dose di collaborazione. Dovremmo porci la stessa domanda riguardo al sistema di formazione professionale? Il modo migliore per avviare un progetto è iniziare da un problema. Vi è una tendenza generale tra gli operatori svizzeri del settore a elogiare il proprio sistema di formazione professionale di base. Onestamente, se lo merita. Questo non è tuttavia un motivo per ignorare anche i suoi punti deboli. Il sistema è valido perché è costantemente alla ricerca di miglioramenti. Vi sono alcuni problemi generali quali il divario delle competenze che abbiamo descritto in precedenza, l'età in cui si inizia un apprendistato, il tasso di abbandono (il tasso non è elevato ma ogni caso è una storia dolorosa), la percentuale di coloro che non completano l'apprendistato ma una forma più snella biennale (denominata «Certificato federale di formazione pratica») e alcuni formatori aziendali che non svolgono il loro ruolo formativo o sono solo dei cattivi capi (come in qualsiasi professione).

A livello globale, il sistema di formazione professionale di base svizzero è saldamente ancorato a una lunga tradizione di apprendistato ma, talvolta, le tradizioni non rappresentano un vantaggio in un'economia in rapida evoluzione. Ogni caratteristica del sistema può essere interpretata sia come una risorsa sia come una trappola. Ad esempio, il forte coinvolgimento delle associazioni professionali nell'elaborazione dei programmi di studio contribuisce a produrre profili di lavoratori rispondenti alle esigenze specifiche del mercato. Il problema è la parola «specifico». E la mobilità? Müller & Schweri (2015) hanno riscontrato che solo il 7% degli apprendisti passa a un'altra professione. Tale mobilità dovrebbe aumentare nei prossimi anni con l'emergere di nuovi posti di lavoro e la scomparsa di altri. L'associazione dei fioristi dovrebbe preoccuparsi se alcuni dei suoi tirocinanti in seguito decideranno di diventare panettieri oppure operatori sanitari? Il sistema della formazione professionale di base svizzero è in qualche modo strutturato in compartimenti stagni. Alcune delle competenze emergenti potrebbero aumentare la mobilità: capacità di pensiero computazionale, capacità di analisi dei dati, capacità di produzione. Quest'ultima (stampa 3D) si applica oggi a molteplici professioni: stampa su legno, ferro, plastica, cioccolato (panifici) e altri materiali (ad esempio protesi dentali).

Ovviamente, non tutti i problemi sono risolvibili ricorrendo alle tecnologie digitali. Vi è un lungo percorso di discussione con tutte le parti interessate per individuare un «buon» problema. Chiedendo semplicemente agli insegnanti, essi potrebbero rispondere che i giovani sono meno motivati, distratti dai loro aggeggi digitali o incapaci di scrivere un testo semplice. Superare questi problemi ordinari richiede circa sei mesi di interazioni. Lungo il percorso, abbiamo individuato e affrontato una serie di problemi. Eccone quattro esempi:

- L'ottimizzazione dello stoccaggio in magazzino è una competenza che gli assistenti logistici devono acquisire (è un obiettivo dell'ordinanza federale) ma raramente la praticano sul posto di lavoro: il magazzino non viene riorganizzato molto spesso e, quando succede, è il responsabile del magazzino a decidere, non l'apprendista. Abbiamo visitato molti magazzini; gli apprendisti vi lavorano ma non li riorganizzano. È quindi molto difficile per gli apprendisti dare un senso ai principi logistici trattati dall'insegnante. Gli insegnanti ci hanno chiesto se potessimo fare qualcosa al riguardo. La TinkerLamp (cfr. capitolo 6) è stata sviluppata per colmare tale divario di competenze.
- I futuri carpentieri trascorrono circa tre ore alla settimana nell'arco di tre anni imparando a disegnare piani su carta. Acquisiscono sistematicamente metodi per rappresentare una struttura tridimensionale su un piano bidimensionale, come il calcolo della lunghezza reale di un segmento tramite rotazione. Ripetono le procedure molte volte, come pura conoscenza procedurale. Gli insegnanti si aspettano che raggiungano una precisione millimetrica. Facendo visita a molti carpentieri, ci siamo resi conto che gli apprendisti non disegnano i piani dei tetti su cui stanno lavorando: lo fa il loro capo. In realtà, il loro capo non disegna su carta, usa un software 3D. Abbiamo chiesto a questi capi se gli apprendisti dovessero smettere di disegnare a scuola ma hanno respinto l'idea. Hanno affermato che un apprendista si trova tra le mani una struttura tridimensionale su un piano bidimensionale: lei o lui deve imparare a passare continuamente tra le rappresentazioni bidimensionali e tridimensionali. L'ambiente TapaCarp (cfr. capitolo 7) è stato sviluppato per colmare tale divario di competenze.

- Una nuova ordinanza è stata emanata durante la vita di questa leading house secondo la quale i carpentieri devono ora sviluppare una certa comprensione intuitiva della statica. Il nuovo curriculum includeva tre ore per imparare ciò che gli ingegneri apprendono in centinaia di ore. Come si insegna la statica senza la matematica? Il nostro collega di ingegneria civile ha detto che non è possibile. L'ambiente StaticAR (anch'esso nel capitolo 7) è stato sviluppato per colmare tale divario di competenze.
- Dalle discussioni con le associazioni professionali dei panettieri e dei cuochi è emerso chiaramente che i loro membri si stessero un po' smarrendo tra tutti i documenti da compilare durante la formazione: il ricettario classico, la nuova documentazione dell'apprendimento e i rapporti di lavoro periodici. Abbiamo poi concordato che tali documenti potevano essere riassunti in un unico documento con pagine diverse collegate tra loro intorno a ciascuna ricetta o tecnica. Inoltre, sono stati lieti di vedere che la tecnologia avrebbe anche potuto dare ai libri di ricette un «look» più attraente, con più immagini facilmente inserite direttamente nei testi, senza più essere fissate a documenti manoscritti. LearnDoc, e-DAP e Realto (cfr. capitoli da 3 a 5) integrano questi servizi.

In sintesi, il sistema di formazione professionale di base svizzero ha radici solide ma anche una quantità di problemi sufficiente a ispirare ricercatori creativi e start-up nel campo delle tecnologie didattiche.

# Le tecnologie per l'apprendimento quale potente mezzo per trasformare l'alternanza in un'opportunità per incorporare le conoscenze teoriche nell'esperienza pratica: il modello Erfahrraum

Alberto Cattaneo, Jean-Luc Gurtner

Nel modello duale della formazione professionale di base, gli apprendisti si alternano regolarmente tra la loro azienda e la scuola professionale per tutta la durata della loro formazione. Di solito vedono ciò che affrontano nei due luoghi della formazione come disconnesso, una percezione a volte corretta. Nel primo anno di apprendistato abbiamo incontrato meccanici che si occupavano per lo più di attività concrete quali il cambio di pneumatici nel garage o la risoluzione di problemi di fisica a scuola. Agli apprendisti cuochi veniva richiesto di preparare il più velocemente possibile 400 pasti al giorno in un ospedale senza sapere che tipo di proteina è l'albumina e quali delle sue proprietà sono rilevanti per cucinare. I giardinieri che guidavano con attenzione i loro tosaerba e al tempo stesso si sentivano obbligati a imparare a memoria le caratteristiche di centinaia di piante. Gli addetti alla logistica che spostavano scatole tutto il giorno in un magazzino e si sforzavano di comprendere concetti astratti affrontati a scuola, come l'ottimizzazione del flusso delle merci. Potremmo continuare a fornire esempi per ognuna delle professioni con cui abbiamo collaborato. La conclusione è sempre la stessa: i programmi duali di formazione professionale di base sono colmi di divari tra la scuola e il posto di lavoro. I ricercatori spesso vi si riferiscono come a un problema di connettività. Per affrontare questa sfida sono già stati sviluppati e sperimentati approcci pedagogici specifici quali il modello di pedagogia integrativa di Tynjälä et al. (2021) o il modello del connettivismo di Guile e Griffiths (2001). Chi desiderasse una panoramica aggiornata di tali modelli può facilmente fare riferimento a un paio di libri recenti dedicati a questo tema (Kyndt et al., 2021; Aprea et al., 2020). Riteniamo che tali divari non siano solo costitutivi del sistema duale di formazione professionale di base ma anche aspetti essenziali della sua qualità e del suo valore. Pertanto, non intendiamo azzerarli. Ciò distorcerebbe la natura stessa del sistema. Vorremmo tuttavia renderli più funzionali e trovare un buon modo per sfruttarli. Dopo tutto, lo stesso vale quando si attraversa una frontiera tra due Paesi: a prima vista, le differenze possono sembrare un po' sconvolgenti ma, una volta che ci si abitua ad attraversarla, la situazione presenterà alcuni vantaggi.

L'evidenza di tale divario ha dato origine alla nostra domanda principale e generale per il nostro programma di ricerca. Si è passati dalla domanda «esiste *un modo particolare* di utilizzare le tecnologie di apprendimento nella formazione professionale di base?» a qualcosa come «le tecnologie possono contribuire in modo significativo *ad articolare il divario* tra l'apprendimento a scuola e l'apprendimento sul posto di lavoro e trasformare la situazione in qualcosa di vantaggioso per l'apprendimento?»

Implicitamente, la nostra ipotesi è che le *tecnologie possano essere utilizzate in modo ottimale per articolare il divario sopra menzionato e renderle rilevanti per l'apprendimento, facilitando l'integrazione di conoscenze provenienti da diversi luoghi di apprendimento*. In altre parole, le tecnologie possono diventare «oggetti di confine» e facilitare l'attraversamento dei confini tra luoghi di apprendimento (Akkerman e Bakker, 2011; Bakker e Akkerman, 2019). Quando si parla di attraversamento dei confini ci si riferisce a confini sociali e culturali più che fisici, percepiti almeno inizialmente come discontinuità ma che possono costituire un importante potenziale di sviluppo, proprio nella prospettiva di collegare le esperienze degli apprendisti tra i diversi luoghi di apprendimento. L'attraversamento dei confini è quindi lo sforzo di sviluppare, stabilire o ristabilire la continuità nell'azione o nell'interazione tra pratiche diverse vissute dalla stessa persona in contesti diversi (Bakker e Akkerman, 2019). In altre parole, varcare ripetutamente i confini, virtualmente e fisicamente, potrebbe essere un modo

efficace per gli apprendisti di percepire meglio il filo conduttore che lega strettamente ciò che studiano a scuola con ciò che sperimentano nella loro vita lavorativa. Questo divario tra ciò che si fa a scuola e ciò che si fa sul posto di lavoro può assumere forme diverse a seconda della professione, dell'argomento da apprendere e del tipo di tecnologia per l'apprendimento attivata. I prossimi sei capitoli illustrano questa diversità e le varie soluzioni adottate da nove professioni diverse, appartenenti a settori e orizzonti professionali molto diversi. Tutte le situazioni che abbiamo esplorato possono essere collegate, parzialmente o completamente, allo stesso modello, che chiamiamo «Erfahrraum», un neologismo che deriva dall'unione di due parole tedesche: *Erfahrung* - «esperienza» - e *Raum* - «spazio». L'Erfahrraum si basa semplicemente su un'idea già sfruttata da decenni nelle scienze della formazione: potete imparare dalla vostra esperienza a patto che abbiate il tempo, l'opportunità e le condizioni per riflettere su di essa. La riflessione è una condizione essenziale, seppur non sufficiente.

## Il modello Erfahrraum

Fin dal primo giorno trascorso in azienda, gli apprendisti vivono diverse esperienze professionali. Alcune sono più significative di altre ma tutte sono ricche, complesse e autentiche! Noi pedagogisti spesso sosteniamo che la competenza possa essere raggiunta solo «*in situ*», vale a dire che la competenza può essere esercitata e quindi può maturare solo quando si verifica in una situazione. Quale migliore opportunità per favorire lo sviluppo delle competenze dell'apprendista se non quella in cui esse si ripropongono nelle proprie esperienze? È da questa semplice constatazione che abbiamo sviluppato il nostro modello. L'abbiamo ripensato più volte nei nostri incontri di progetto e progressivamente ridiscusso e affinato in una continua nonché generativa dialettica reciproca tra riflessione teorica e sperimentazione pratica. L'abbiamo infine pubblicato (Schwendimann et al., 2015); ma, in poche parole, anche se il suo punto di partenza può variare e la sua realizzazione può essere iterativa, si può pensare all'Erfahrraum come a un modello in quattro fasi, come mostrano i quattro quadranti della figura 2-1.

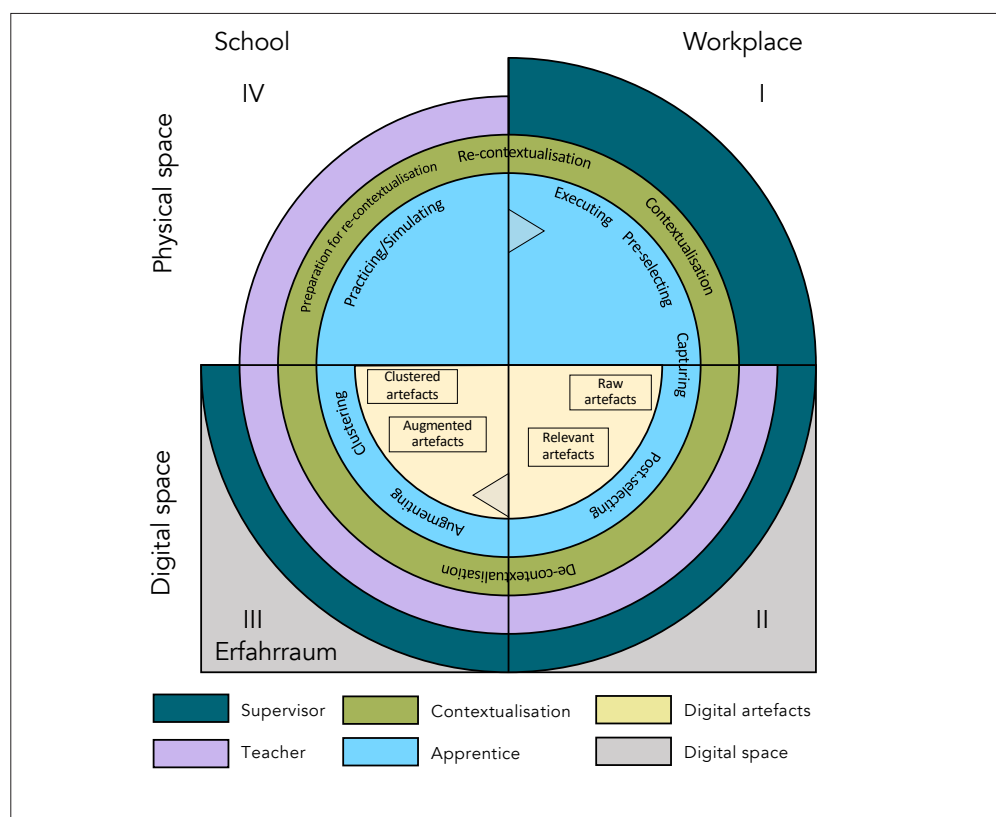


Figura 2-1 - Il modello Erfahrraum



Lo descriviamo in semplicità come segue:

1. **Catturare e raccogliere.** Nella prima fase, generalmente, i tirocinanti vivono le proprie esperienze professionali svolgendo determinate procedure. Abbiamo detto che una componente essenziale del nostro modello è la riflessione ma sul posto di lavoro, di solito, non c'è tempo per riflettere. Bisogna essere produttivi e rapidi ed evitare errori e sprechi. Pertanto, può essere utile trovare modi e forme per «catturare» alcune «*tracce di esperienza*». Le tecnologie – in particolare i dispositivi mobili – possono offrire un contributo in tal senso. Grazie agli strumenti digitali, «la cattura» di un'esperienza può avvenire quando e dove avviene. Pensate di dare ai vostri apprendisti la possibilità di utilizzare uno smartphone per scattare foto sul posto di lavoro o di indossare una action camera per filmarli mentre eseguono un'operazione. Queste tracce assumono poi la forma di fotografie, brevi video, registrazioni audio, appunti o descrizioni scritte o schizzi che esternalizzano l'esperienza dell'apprendista e producono artefatti digitali grezzi riconsiderabili *a posteriori*.

Questa prima fase comporta alcune ulteriori considerazioni che vale la pena menzionare in questa sede in relazione alle «tracce».

- a. Come tali, esse costituiscono una sorta di *àncora*, un legame concreto con l'esperienza vissuta. Costituiscono quindi un promemoria utile per ricreare un contatto con l'esperienza e generare riflessione. Abbiamo detto quanto sia difficile riflettere sulle proprie pratiche professionali. Avere a disposizione una serie di immagini che mostrano la situazione vissuta è un buon punto di partenza per attivare il meccanismo di riflessione.
  - b. Al contempo, le tracce sono la *prova* di ciò che è accaduto. Raccoglierle significa documentare ciò che è stato fatto, ciò che è stato appreso. Ciò sottintende almeno due valori, il primo dei quali mostra la varietà di procedure che si è riusciti ad affrontare nel corso dell'apprendistato, come una sorta di portfolio che mostra il lavoro svolto. In questo portfolio posso decidere di selezionare solo i miei «capolavori» anziché limitarmi a fornire un resoconto dell'intera gamma di attività che ho avuto modo di gestire durante l'apprendistato. Il secondo valore, di conseguenza, indica i progressi compiuti in termini di sviluppo delle competenze. Documentare pratiche simili nel tempo permette di capire come la propria padronanza delle competenze si sia sviluppata nel corso degli anni. Come panettiere, ad esempio, se la prima volta in cui ho fatto i croissant li ho cotti troppo, rischiando persino di bruciarli, la seconda volta posso dimostrare (sia a me stesso sia al mio formatore) di essere stato più attento alle temperature e ai tempi di cottura e di aver migliorato la mia padronanza di quel particolare procedimento, individuando i punti critici essenziali a cui prestare attenzione.
  - c. Da un punto di vista pedagogico, infine, vale la pena considerare che conservare tali tracce non è un processo spontaneo e immediato. Soprattutto all'inizio, è un processo che ha bisogno di assistenza e sostegno e va stimolato. Lo studente deve anche *gestire i processi di selezione*; come già detto, non tutte le esperienze meritano di essere documentate. L'apprendista deve imparare cosa documentare e cosa no, gli aspetti che possono risultare utili per l'apprendimento e quelli che possono essere omessi.
2. **Preparare.** Come abbiamo appena detto, non tutte le esperienze sono significative per l'apprendimento solo perché possono essere «catturate». Per trasformarle in materiale didattico, gli apprendisti dovranno avviare un processo di selezione e di *strutturazione*. Tale struttura può essere fornita dal docente o direttamente dall'ambiente di apprendimento digitale in cui le tracce vengono raccolte, come vedremo nei capitoli seguenti. Anche i formatori all'interno dell'azienda possono essere d'aiuto offrendo ai loro apprendisti la possibilità di vivere esperienze significative e prestando attenzione a ciò che accade. Spesso non hanno tuttavia il tempo di discuterne con attenzione nell'azienda stessa. Il lavoro deve continuare. Immaginate che qualcosa si sia rotto o bruciato. Dovreste ricominciare da capo, magari sotto un controllo più rigido, anziché fermarvi e riflettere troppo a lungo su cosa esattamente è andato storto. Potrebbero anche darvi qualcos'altro da fare mentre il vostro formatore si occupa di rifarlo correttamente!

3. **Sfruttare.** A scuola, al contrario, il tempo è più flessibile e gli errori hanno un carattere più positivo. A condizione che abbiate tenuto traccia di ciò che è andato storto in azienda e possiate accedervi a scuola, lì potreste avere la possibilità di discuterne più a fondo. Nella terminologia di Schön, questa possibilità è chiamata «riflessione sull'azione» (Schön, 1987). Ma come immaginiamo che questo processo venga condotto concretamente nelle lezioni a scuola? Certamente non immaginiamo folle di apprendisti che trascorrono ore a riflettere in modo astratto su ciò che hanno vissuto nella loro azienda, né che continuano a rivedere registrazioni video del loro lavoro. No, intendiamo attività molto più semplici ma comunque molto efficaci. Prendiamo alcuni esempi. Pensate a quante cose accadono intorno a noi di cui non siamo consapevoli. È normale, perché la nostra attenzione seleziona in primo luogo le informazioni che sembrano più pertinenti e funzionali in tale momento. Tuttavia, per affinare e migliorare le nostre capacità professionali, potrebbe anche essere importante raccogliere alcune delle informazioni che abbiamo perso durante l'azione vera e propria. Questo è ciò che abbiamo testato, ad esempio, con studenti tecnici di sala operatoria, dando loro la possibilità di rivedere la registrazione video della loro attività in sala operatoria e di utilizzarla per preparare e strutturare le sessioni di debriefing con i loro tutor utilizzando l'annotazione video. Entrambe le parti coinvolte hanno ammesso che, senza il video, molti dettagli non sarebbero mai emersi nella discussione in occasione del debriefing (Cattaneo et al., 2020). Un approccio simile può essere utilizzato anche con le immagini, annotandole per formare lo sviluppo della visione professionale degli apprendisti, come abbiamo fatto con le estetiste, per aiutarle a conoscere le anomalie cutanee (Coppi & Cattaneo, 2021; Coppi et al., 2021). Vi sono tuttavia situazioni in cui, semplicemente, non è possibile filmare la propria attività pratica. In ogni caso, sarà sempre possibile tentare di ricostruirla descrivendola, oralmente o per iscritto. Tale descrizione può essere analizzata per ottenere ulteriori dettagli e per individuare margini di miglioramento. Lo abbiamo fatto con diverse classi di impiegati di commercio, chiedendo loro di confrontarsi a coppie e utilizzando alcune domande guida per facilitare loro tale compito (Boldrini & Cattaneo, 2014). Questo confronto di attività pratiche potrebbe avvenire anche in altri modi, in piccoli gruppi di lavoro nonché con l'intero gruppo. Ad esempio, gli apprendisti cuochi possono lavorare in un ristorante stellato, in una grande mensa o in una caffetteria. Hanno a che fare con gli stessi metodi di cottura ma con strumenti diversi, una diversa divisione del lavoro e regole diverse. Confrontare il modo in cui una procedura simile viene svolta in contesti professionali diversi è molto utile per sviluppare una competenza professionale. Il medesimo effetto positivo può verificarsi quando si analizzano esperienze di routine insieme a quelle più rare, oppure esperienze in cui si sono verificati errori con modelli di riferimento paradigmatici (Cattaneo e Boldrini, 2016; Cattaneo e Boldrini, 2017; Wuttke e Seifried, 2012). Queste attività *contrastanti* (Schwartz e Bransford, 1998) permettono di confrontare casi (esperienze) distinti per somiglianza o differenza che possono poi essere raggruppati in categorie specifiche. Sono queste categorie che permettono agli esperti di individuare gli schemi che si collegano a ciascuna situazione apparentemente diversa (Bransford et al., 2000) e che sono alla base della competenza e della professionalità. Inoltre, questi processi di *arricchimento, confronto e categorizzazione* supportano la costruzione di conoscenze decontestualizzate (Guile e Griffiths, 2001; Griffiths e Guile, 2003) e generalizzabili. Il fatto che si parli di riflessione «sull'azione» indica anche che l'oggetto della nostra attenzione è un'esperienza già vissuta e non in atto.

In sintesi, in questa terza fase si svolgono attività formative volte a generare apprendimento dalla riflessione sulle esperienze professionali acquisite nelle fasi precedenti, indipendentemente dal fatto che tali esperienze siano state vissute in prima persona da tutti o da un solo membro della comunità di apprendimento e che siano state autentiche o simulate. Queste attività possono essere sviluppate sfruttando alcuni processi tipici, come quelli di arricchimento nonché di confronto e contrasto. Gli artefatti grezzi vengono «aumentati» tramite l'aggiunta di strati successivi di informazione, ad esempio focalizzando l'attenzione su informazioni rilevanti o integrando commenti e analisi da parte dei membri della comunità o

aggiungendo elementi di conoscenza teorica alle esperienze pratiche a seguito di una discussione guidata dall'insegnante.

4. **Legittimare.** La quarta fase prepara alla ricontestualizzazione (Guile, 2020) delle conoscenze nell'attività professionale. Comprende anche l'organizzazione di opportunità per applicare le informazioni acquisite tramite esercitazioni pratiche e simulazioni di attività. Tali esercizi permettono inoltre di rendere più esplicito il legame con le conoscenze disciplinari e teoriche affrontate nel contesto scolastico. Inoltre, in questa fase, fattori quali la qualità, la rapidità o la soddisfazione delle parti coinvolte possono indicare l'efficacia del passaggio attraverso le quattro fasi del modello. Idealmente, quindi, quest'ultima fase non si arresta nel contesto scolastico ma si conclude con un ritorno al contesto professionale, dove la o il tirocinante deve poter *legittimare*, attraverso una nuova esperienza professionale, le informazioni acquisite riflettendo sull'esperienza precedente. È così che l'intero ciclo trova compimento e significato, anche agli occhi dello studente.

## In conclusione

L'alternanza settimanale tra azienda e scuola è una caratteristica distintiva del modello duale di formazione professionale. È la sua forza ma anche una delle sue maggiori sfide. Ovviamente, raramente gli apprendisti vedono le connessioni tra ciò che viene loro presentato nell'uno e nell'altro luogo e tendono a considerare la situazione come due binari paralleli anziché come un percorso formativo omogeneo. Inoltre, per la stragrande maggioranza degli apprendisti, il carico di lavoro può essere pesante ma giustificato dalla professione, mentre le attività scolastiche sono meno motivanti. In questo libro speriamo di mostrare che le moderne tecnologie di apprendimento offrono molte soluzioni praticabili per attenuare tale impressione, riducendo il divario tra i due binari per mezzo di strade trasversali o creando ponti che collegano i binari, e permettendo agli apprendisti di vedere la teoria insegnata a scuola come chiaramente integrata nella loro pratica quotidiana, radicata nella loro esperienza lavorativa. Naturalmente, ciò non deriva solo dalla tecnologia ma richiede un uso intelligente di queste tecnologie da parte di insegnanti e formatori, nonché scenari di apprendimento fruttosi, come quelli descritti nei capitoli successivi.

## Capitolo 3

# Raccogliere e conservare esperienze significative: le storie dei panettieri e dei cuochi

Alberto Cattaneo, Jean-Luc Gurtner, Elisa Motta, Laetitia Mauroux

Mentre tutte le loro prestazioni a scuola vengono valutate dagli insegnanti, i risultati degli apprendisti nell'azienda ospitante vengono discussi ogni semestre con il proprio formatore sulla base delle prestazioni e del comportamento effettivi dello studente al lavoro nonché della qualità della loro «documentazione dell'apprendimento». La documentazione dell'apprendimento è una produzione obbligatoria che l'allievo deve elaborare per tutta la durata della formazione, nella quale descrive e documenta i risultati importanti conseguiti per l'azienda nonché le competenze e l'esperienza finora acquisite (cfr. sezione 7 delle Ordinanze di tutte le professioni). All'inizio del nostro progetto, questa documentazione dell'apprendimento veniva generalmente redatta a mano e si presentava principalmente sotto forma di brevi testi scritti su fogli di carta indipendenti. L'opinione di professionisti e apprendisti era unanime: si trattava più di un incentivo a giudicare la competenza ortografica degli allievi che di una base per una vera e propria discussione sui progressi delle loro competenze.

Nelle tre professioni con cui siamo stati a stretto contatto – panettieri e confettieri, cuochi e creatori d'abbigliamento – la documentazione dell'apprendimento richiama interferiva anche con un'altra tradizione scritta che gli apprendisti dovevano elaborare durante la loro formazione come promemoria – il loro ricettario o il loro catalogo della produzione. Questi documenti manoscritti non avevano nulla a che fare con i libri di ricette tanto carini e molto interessanti che prosperano nelle librerie e nessun apprendista sarebbe fiero dei propri documenti, né della documentazione dell'apprendimento, né del libro di ricette. Dopo aver discusso con i professionisti e con la loro associazione professionale è emerso chiaramente che le tecnologie potevano rendere la loro documentazione più accattivante ricorrendo all'elaborazione dei testi e alle foto inserite direttamente nel testo, siano esse scattate sul posto o scaricate da Internet (figura 3-1).



**Figura 3-1** - Apprendisti al lavoro mentre raccolgono immagini da inserire nella loro documentazione dell'apprendimento e nel ricettario.

Abbiamo anche deciso di utilizzare modelli appropriati e sistematici sia per il ricettario sia per la documentazione dell'apprendimento, convinti che riempire tali documenti sarebbe stato più comodo e semplice del ricominciare da zero come accadeva in precedenza (figura 3-2). Infine, abbiamo rapidamente concordato che la tecnologia avrebbe facilitato l'integrazione della documentazione dell'apprendimento e dei libri di ricette in un'unica documentazione elettronica, mostrando su una pagina la ricetta da eseguire e sul lato opposto l'attuale livello di padronanza dell'apprendista e le difficoltà nel completarla, con la possibilità di nascondere o mostrare l'una o l'altra, a seconda di chi avesse accesso alle pagine.

**Richemont** Neues Rezept

Zimmerli Junior Markus

Neue Rezepte erfassen

\*Rezeptname  \*Klassifikation

Betrieb  Datum 11.09.2011

\*Gruppe  Semester 1

Gewicht	Zutaten		CCP
Gramm	Stück	Half-Fabrikate	Position
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Rezeptmenge 1 (in Gramm)  Verlust (in %)  Zwischengewicht (in Gramm)

Stückgewicht (in Gramm)  Stückzahl  Nettorezeptmenge (in Gramm)

Back-/Kochtemperatur (°C)  Backzeit (Minuten)  Zug

**Richemont** Richemont Kompetenzzentrum  
Bäckerei Konditorei Confiserie

Lerndokumentation

Lerndokumentation der lernenden Person

Ich erfülle die Anforderungen.

Ich übe noch.  
Das Flächten bin ich noch am Üben. Mein Berufsbildner zeigt es mir aber gut vor und ich kann es bereits recht gut. Nur mit dem Tempo hapert es noch ein bisschen.

Um mich zu verbessern, werde ich ...  
Mit Übungsteig aus dem Kühlschrank die verschiedenen Flächarten üben. Der Chef hat mir ein Bier versprochen, wenn ich schneller bin als er.

Bemerkungen des Berufsbildners / der Berufsbildnerin

**Figura 3-2.** Modelli adottati per la ricetta (in alto) e per la documentazione dell'apprendimento (in basso) come discusso con l'associazione professionale mastri panettieri e confettieri.

## La storia dei cuochi

Nicola Piatti è uno chef professionista che da molti anni lavora in importanti ristoranti. È anche un docente professionista, dopo che, a un certo punto della sua carriera, il Cantone lo ha chiamato chiedendogli di insegnare agli apprendisti cuochi nella scuola professionale di Trevano. L'abbiamo incontrato per la prima volta nel 2009, quando eravamo ancora nelle fasi iniziali del progetto. A fine agosto 2021 eravamo ancora nella stessa aula a formare – con Christian Gianetti, anche lui ex cuoco e formatore aziendale, ora insegnante a tempo pieno che, nel frattempo, si è unito a noi – insegnanti ventenni affinché utilizzassero ciò che abbiamo sviluppato negli ultimi dieci anni. Nelle pagine seguenti riassumiamo questa storia di collaborazione.

Nei primi colloqui con Nicola sono emersi molti possibili temi che si intersecavano con i nostri reciproci interessi. I due temi principali sono stati il miglioramento del collegamento tra il posto di lavoro e la scuola e la ricerca di modalità appropriate per raccogliere e dare un senso alle esperienze sul posto di lavoro. Ci siamo imbattuti in un argomento concreto che ha unito questi due temi: una ridefinizione del ricettario degli studenti e la sua articolazione con la documentazione dell'apprendimento degli studenti imposta dal loro piano formativo.

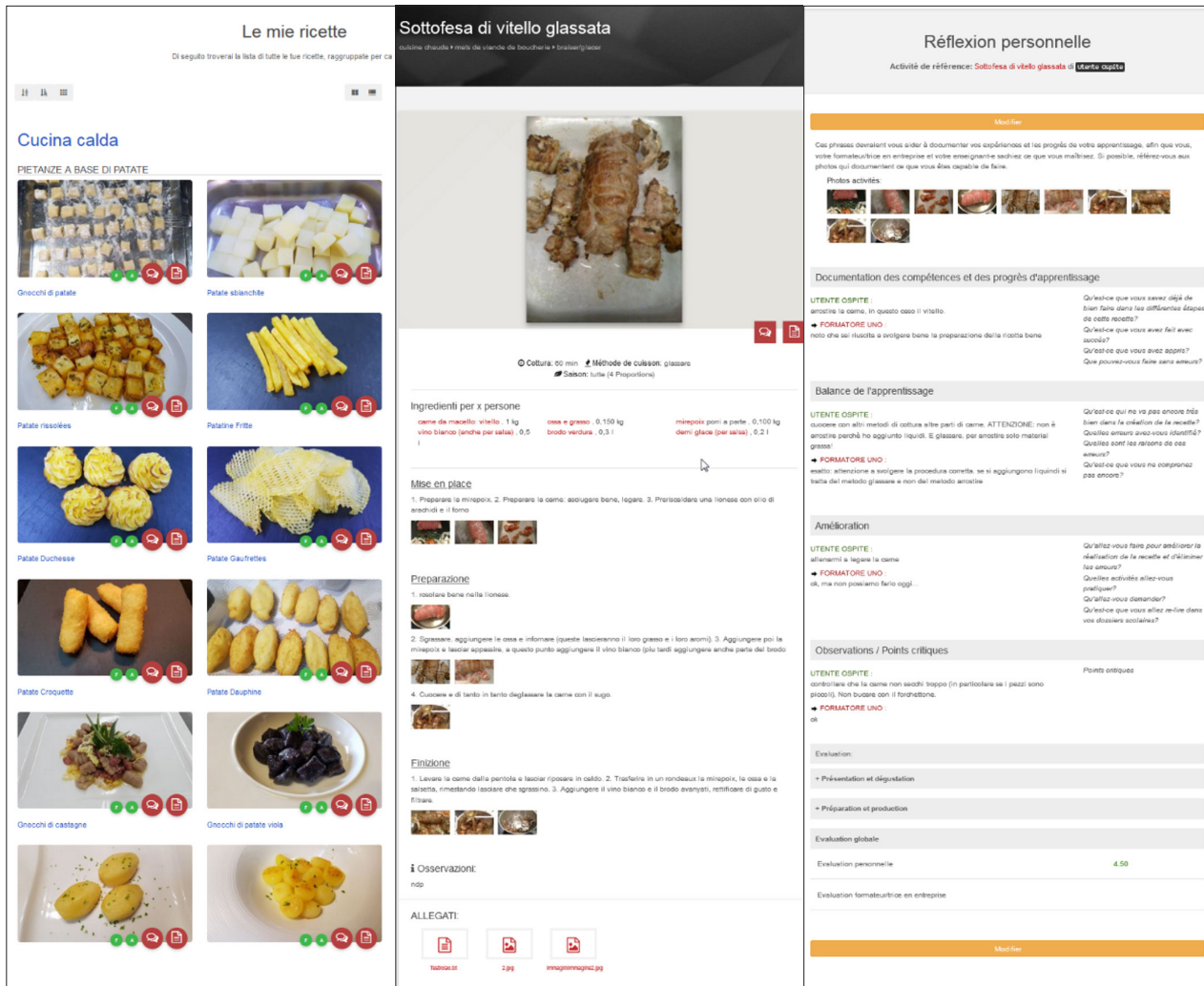
Come già spiegato, quest'ultimo punto ha subito attirato la nostra attenzione e abbiamo iniziato ad approfondirlo in parallelo: il team di Lugano ha lavorato con i cuochi iniziando dalla scuola, mentre il team di Friburgo ha continuato a lavorare con i panettieri concentrandosi soprattutto sui formatori aziendali. In Ticino l'abbiamo

chiamata e-DAP (*documentazione dell'apprendimento e delle prestazioni elettronica*). Ogni voce costituiva una ricetta composta da due parti principali, come un foglio di carta fronte-retro. Sul «fronte» gli apprendisti potevano includere tutte le informazioni generali relative alla procedura, dalla lista degli ingredienti alla descrizione delle fasi di cottura principali. Come in molti libri di ricette online, potevano dotare ciascuna ricetta di tutte le immagini che volevano (cfr. figura 3-3). Per sostenere questo processo e sfruttare la fase di «raccolta» dell'Erfahrraum abbiamo acquistato 24 iPhone di seconda mano, in modo che tutti gli alunni di una delle classi di Nicola ne ricevessero uno. Un'app preinstallata permetteva loro di collegare le immagini sullo smartphone all'e-DAP, caricandole e associandole correttamente alle ricette.



**Figura 3-3** - Esempi di tracce grezze fotografate presso un posto di lavoro da apprendisti cuochi. Ogni riga corrisponde a una serie di immagini che illustrano in dettaglio le fasi principali della relativa procedura di cottura.

Sul «retro» del nostro foglio immaginario, come sopra descritto per i panettieri e i confettieri, una serie di «prompt» metacognitivi (si vedano i dettagli in Mauroux et al., 2013, 2014) aiutava gli apprendisti a riflettere sulla loro padronanza attuale delle ricette, a individuare possibili miglioramenti, a capire cosa fosse andato storto e così via. Questo ci ha anche permesso di indagare la parte di «sfruttamento» dell'Erfahrraum. Oltre a ciò, gli apprendisti potevano autovalutare le proprie prestazioni e chiedere ai formatori aziendali un feedback specifico sulle ricette (comprendente anche una valutazione), nonché ottenere una panoramica dei loro progressi nello sviluppo delle competenze tramite una tabella riassuntiva che fornisse valutazioni abbinate per ciascuna ricetta (cfr. figura 3-4).



**Figura 3-4** - L'ambiente e-DAP per gli apprendisti cuochi per la raccolta della loro documentazione dell'apprendimento sotto forma di ricettario. Sia gli insegnanti professionali sia i formatori aziendali potevano accedere allo stesso ambiente, anche se con permessi diversi. La pagina iniziale (a sinistra) mostra le ricette già eseguite. Ogni ricetta (al centro) ha i dettagli necessari, come raffigurato nelle foto degli apprendisti. Ciascuna è completata da un foglio di riflessione (a destra). Ciò pone le basi per la valutazione del formatore e l'autovalutazione dello studente. Si noti che le tracce (foto) sono disponibili anche in questa pagina per favorire il collegamento con la pratica.

Come il lettore potrà dedurre, anche i formatori dell'azienda ospitante hanno ricevuto un account sull'e-DAP, grazie al quale potevano verificare i progressi delle persone in formazione e fornire loro una valutazione e un feedback.

In seguito abbiamo preparato una lettera ufficiale per informare i formatori in azienda del progetto e delle sue finalità. Elisa Motta – la nostra dottoranda su questo progetto – ha iniziato a spostarsi in auto per il Cantone insieme a Nicola per incontrare i formatori aziendali e consegnare gli smartphone ai loro apprendisti sul posto di lavoro. Hanno mostrato loro come usare i telefoni e come accedere all'e-DAP.

Nel frattempo, Nicola si è iscritto anche al corso per ottenere il diploma di abilitazione all'insegnamento. È nata così l'idea di sfruttare l'e-DAP anche a scuola per portare in aula specifiche situazioni professionali e quindi introdurre dal posto di lavoro nella scuola le tracce visive grezze delle esperienze lavorative delle persone in formazione, sviluppo non previsto per le piattaforme dei panettieri e dei confettieri.

Tutto era impostato per monitorare ciò che sarebbe accaduto.


## Coprogettazione di scenari di apprendimento

Abbiamo continuato a discutere con Nicola diversi temi ma, a questo punto, l'oggetto dei nostri colloqui non era più il divario di competenze; l'argomento era diventato come sfruttare i materiali disponibili nell'e-DAP per pianificare le lezioni. Abbiamo quindi iniziato a sviluppare diversi scenari di apprendimento (in cui le persone in formazione potevano essere coinvolte individualmente, in piccoli gruppi o come intero gruppo), tutti basati sull'utilizzo di questo strumento e sull'implementazione dell'Er-fahrraum. Ad esempio (per altre attività didattiche si vedano Hämäläinen & Cattaneo, 2015 e Motta et al., 2017), un paio di settimane prima di affrontare l'argomento in aula – in Ticino, i cuochi frequentano i corsi a scuola due giorni ogni due settimane – l'insegnante invitava gli apprendisti a esercitarsi in un particolare metodo di cottura (con qualsiasi ricetta) e a documentarlo nel loro ricettario e (questa seconda fase è stata introdotta progressivamente) in una pagina corrispondente del diario di apprendimento. Tale processo doveva essere illustrato da immagini o, in alcuni casi, anche da brevi video registrati con una videocamera fasciata sulla testa. In tal modo Nicola poteva dare un'occhiata alle ricette prima della lezione semplicemente accedendo agli e-DAP degli studenti. Quando poi tutti gli apprendisti si riunivano a scuola, Nicola invitava uno di loro a sedersi alla cattedra dell'insegnante per illustrare la propria esperienza avvalendosi delle tracce e-DAP. Ciò è bastato per innescare una dinamica ricca e appassionata fatta di confronto, discussione e talvolta di competizione positiva tra le persone in formazione, il tutto guidato e definito dall'insegnante – che aveva sempre il compito di guidarle nell'individuazione dei punti principali e cruciali del metodo di cottura. Nelle discussioni, infatti, la conoscenza esplicita concretamente rappresentata dalle immagini veniva poi collegata a conoscenze implicite e teoriche. In alcuni casi è stato possibile reificare e far confluire la discussione stessa in un documento visivo in cui le immagini iniziali ricavate dall'e-DAP sono state etichettate o accoppiate per facilitarne il confronto (figura 3-5).



A questo punto volevamo conoscere quanto questo approccio fosse efficace, per cominciare, per l'apprendimento delle persone in formazione. A tal fine, abbiamo approfittato del fatto che Nicola insegnava in due classi parallele, quindi ne abbiamo usata una come gruppo sperimentale e l'altra come gruppo di controllo. Il contenuto e l'approccio generale erano gli stessi per entrambe le classi ma le prime hanno potuto anche beneficiare dall'e-DAP, cosa che non è ovviamente avvenuta per le seconde. Vediamo quali risultati abbiamo ottenuto.





### STIR FRY PREPARATION




### STIR FRY TOOLS/GENERAL PORTIONS

### ROASTING PREPARATION





Add meat and vegetables and then put it in the oven. Remove the meat before adding wine otherwise the crust will not remain crispy due to the moisture.

Adding wine in this moment (see picture) will make it "glazing" cooking method!

### BRASING PREPARATION

Cover with a lid!

STIR FRY					
		NURSING HOME	RESTAURANT	CANTEEN	
MISE IN PLACE	Ingredients	<b>Foodstuffs</b>	French Breast Pork loin, veal breast (cheaper) Fillet of beef (clients like it, iron...so we write it in the menu)	French Breast Fillet of beef	French Breast Fillet of beef
		<b>Amount per portion</b>	120g 80-100 g Depends on the menu (old people eat less)	189g You can choose the weight and course!	120-150g (You can choose since they're young (not old people) Type of client)
		<b>Total amount</b>	10kg (x80people) Depends on the nursing home	180-200g	20-80 kg (x160) Depends of the meat
	Tools	<b>Type of tool</b>	Flippable brasier Combisteaemer	Anti-stick pan or lionnaise	Brasier Combisteaemer
		<b>Dimensions</b>	Big brasier = 100x50		
PREPARAZIONE	<b>Cooking time/temperature</b>		20-35 min	5 min max	20 -35 min
	<b>Resting time</b>		Cool down and regenerate?		Cool down and regenerate?
COMPLETIZIONE	<b>Serving time</b>		Depends on serving time and number of people	Depends on serving time and number of people	Depends on serving time and number of people
	<b>Garnishing</b>		Clients don't like them, they take too long to make and cost too much	We have time and money to make them	We don't do them, they take too long to make and cost too much
OTHER	<b>Healthy diet</b>		Fat-free Degrease before adding sauce	We use fat! The flavour is much better!	Fat-free Degrease before adding sauce

**Figura 3-5** - Esempi di elaborazioni di tracce grezze come artefatti aumentati durante un'attività di classe: le immagini vengono commentate e vengono inserite etichette per indicare gli elementi cruciali (in alto e al centro a sinistra) o per mettere i casi a confronto (a destra). Le tabelle riassuntive (in basso) vengono progressivamente compilate come risultato generalizzato dell'analisi.

## Lo useranno?

Innanzitutto volevamo sapere se gli utenti trovassero il sistema facile da usare e se infine lo usassero. La risposta è stata positiva: e-DAP è stato percepito come facilmente applicabile nonché utile per l'apprendimento (Motta et al., 2013, 2014). Dopo il primo semestre di utilizzo di e-DAP, il numero medio di ricette sviluppate per persona in formazione è stato di 15, aumentando a 48 alla fine dell'apprendistato (cfr. Cattaneo et al., 2015, per i dettagli), tutti numeri nettamente superiori a quelli precedentemente registrati con la documentazione cartacea. Un effetto simile è stato osservato anche per i panettieri e i confettieri (Mauroux et al., 2016).

Sappiamo tuttavia che, in molte situazioni, la quantità non è necessariamente il miglior indicatore; per questo abbiamo voluto dare un'occhiata anche alla qualità delle registrazioni. A tal riguardo abbiamo focalizzato la nostra attenzione sulle voci del diario di apprendimento, cercando e contando il numero medio di elementi di riflessione aggiunti alle ricette. Nella maggior parte dei casi, la classe sperimentale presentava nei suoi diari elementi di riflessione molto più numerosi rispetto al gruppo di controllo (tabella 1 in Appendice; per maggiori dettagli cfr. Cattaneo et al., 2015). Ulteriori indagini hanno confermato che gli stimoli riflessivi erano efficaci nel sostenere lo sviluppo delle abilità metacognitive delle persone in formazione.

## Sarà efficace per l'apprendimento?

Nonostante lo sviluppo delle abilità metacognitive sia una componente importante dell'apprendimento, soprattutto per uno studente della scuola professionale, una preoccupazione per Nicola – nonché per noi -- era quella di verificare l'efficacia del nuovo metodo didattico anche per l'acquisizione di conoscenze dichiarative, una sorta di primo indizio di apprendimento. Pertanto, molti degli scenari che abbiamo implementato – sia individuali sia collaborativi – sono stati progettati per avere misure di questa componente. Concretamente, Nicola ha sviluppato test di apprendimento per ogni principale metodo di cottura. Abbiamo presentato i test prima e dopo le attività di apprendimento, in modo da poter subito verificare che le due classi fossero comparabili e da poterle confrontare dopo l'attività di apprendimento. Ancora una volta abbiamo riscontrato che la classe che aveva beneficiato della pedagogia dell'Erfahrungsraum aveva superato l'altra nei risultati (tabella 2 in Appendice e Cattaneo et al., 2015).

Ciò si riflette anche nelle valutazioni ottenute agli esami finali; addirittura meglio, coloro che hanno utilizzato la piattaforma in modo più approfondito hanno ottenuto punteggi più elevati (Mauroux et al., 2016; Schwendimann et al., 2018).

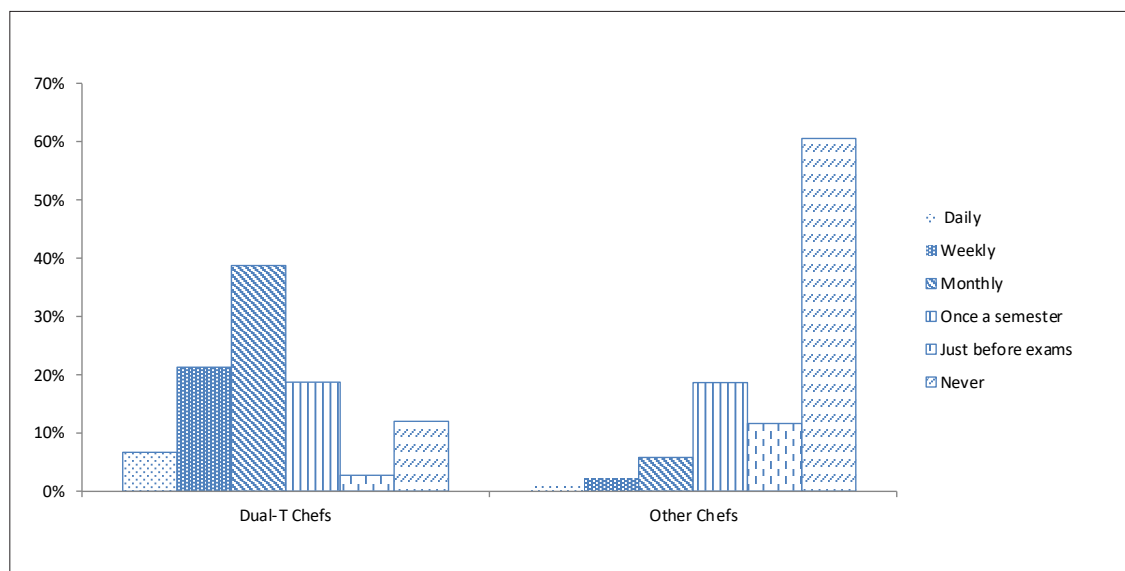
Sebbene l'esame comprenda già una parte pratica, non siamo rimasti del tutto soddisfatti e abbiamo voluto verificare ulteriormente se tali vantaggi si concretizzassero anche nella pratica. Abbiamo quindi organizzato un esperimento nel centro per corsi interaziendali. Abbiamo invitato un gruppo di persone in formazione per ogni classe a preparare la stessa ricetta (sminuzzato di pollo alla zurighese) e abbiamo concesso loro 25 minuti. Ogni apprendista disponeva di una postazione di lavoro professionale, dove gli ingredienti necessari erano già stati preparati in anticipo per essere pronti all'uso. A tutti è stato chiesto di cucinare la ricetta, pensare ad alta voce e commentare ciò che stavano facendo mentre lo stavano facendo. Una telecamera per postazione di lavoro ha registrato le prestazioni e i commenti dei partecipanti. I filmati sono stati poi mostrati a due professionisti, esperti in materia, che hanno valutato ciascun video in modo indipendente utilizzando una griglia di 27 indicatori simile a quella utilizzata nei concorsi professionali. In 22 dei 27 indicatori, gli studenti del gruppo e-DAP hanno ottenuto risultati significativamente migliori rispetto a quelli del gruppo di controllo. E indovinate un po': la qualità della loro «riflessione sull'azione» è stata anche molto superiore a quella del gruppo di controllo! (cfr. Cattaneo & Motta, 2021, per i dettagli).

## E che dire del tentativo di colmare il divario tra i luoghi di apprendimento?

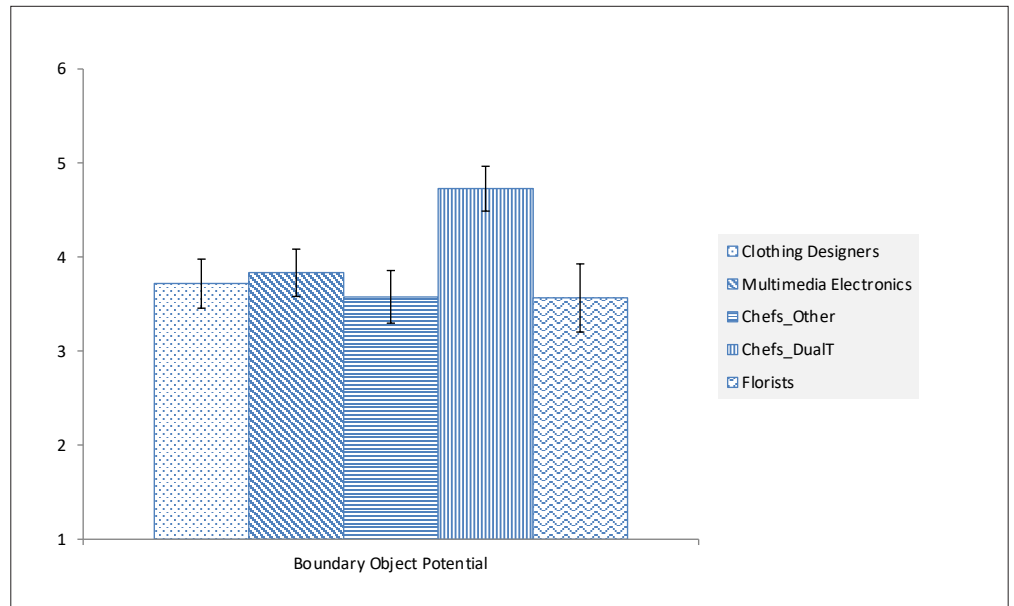
A questo punto, manca ancora un importante tassello del puzzle. Abbiamo avviato Dual-T interrogandoci sul potenziale delle tecnologie per colmare il divario tra i luoghi della formazione professionale. Il modello Erfahrungsraum è stato efficace con i cuochi; forse avrebbe potuto risultare efficace anche per questo aspetto? E che dire del sistema professionale stesso? Fortunatamente disponiamo di alcuni dati anche su tale questione.

Sviluppando la piattaforma in questo modo, abbiamo ipotizzato che offrire alle persone in formazione la possibilità di valorizzare il valore aggiunto visivo delle immagini sia in aula – per la condivisione con l’insegnante e i compagni di scuola – sia sul posto di lavoro – per alimentare il confronto con il formatore aziendale – costituissero per loro un aiuto per meglio percepire il rapporto tra i due luoghi tramite la documentazione dell’apprendimento e delle prestazioni (DAP). Inoltre, la sua forma elettronica avrebbe aumentato la frequenza di utilizzo per tutti i soggetti interessati, in particolare (a) per gli insegnanti a scuola, nonostante il compito formale di lavorare alla DAP non sia loro affidato, e (b) per i formatori aziendali, che spesso non hanno il tempo di analizzare il contenuto di tali dossier.

Abbiamo preparato e consegnato a livello nazionale un questionario per le persone in formazione in diverse professioni per studiare tali ipotesi. Così facendo, abbiamo avuto sia la possibilità di confrontare ciò che facevamo con i cuochi rispetto ad altre professioni, sia di vedere all’interno della professione dei cuochi se l’approccio conforme all’Erfahrungsraum fosse efficace in diversi modi. La figura 3-6 mostra che, alla domanda su quale fosse il potenziale della DAP quale strumento per collegare meglio la scuola al luogo di lavoro, i cuochi Dual-T si sono differenziati dalle altre persone in formazione coinvolte. Questa differenza si è riflessa anche nell’uso dell’e-DAP a scuola (figura 3-7), dimostrando anche che le immagini scattate sul posto di lavoro possono facilmente oltrepassare i confini del posto di lavoro per entrare nelle aule scolastiche e diventare materiale didattico.



**Figura 3-6** • Potenziale percepito della DAP quale mezzo per colmare il divario tra i luoghi di apprendimento nelle diverse professioni. Con i cuochi abbiamo anche messo a confronto chi aveva utilizzato e-Dap (Chefs\_DualT) con chi non l’aveva fatto (Chefs\_Other).

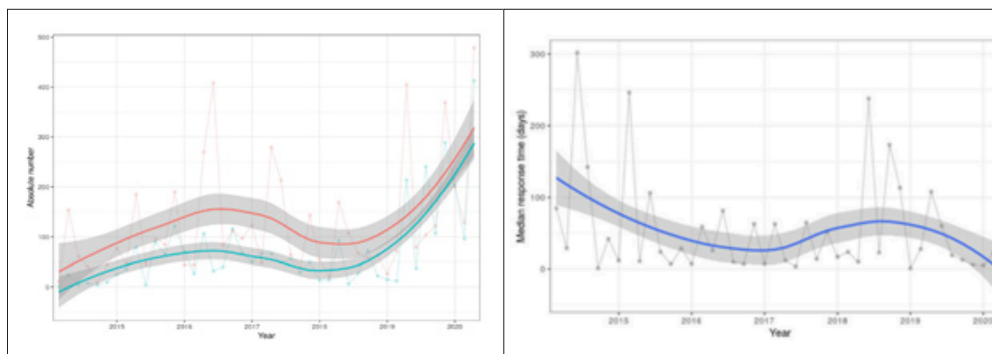


**Figura 3-7** • Frequenza di utilizzo della documentazione dell'apprendimento a scuola da parte di apprendisti cuochi; confronto tra coloro che hanno utilizzato l'e-Dap (a sinistra) e coloro che hanno utilizzato una forma più tradizionale (a destra).

Al contempo, tuttavia, non tutto ha funzionato immediatamente come previsto. Sia nell'esperienza parallela con i panettieri sia in quella con i cuochi, coinvolgere realmente i formatori aziendali nel dare un feedback esplicito non è stato così semplice. Almeno, così ci è sembrato. I nostri file di log ci stavano ancora dicendo che alcuni formatori continuavano a fornire pochissimi se non alcun feedback (cfr. capitolo 4 per i risultati paralleli con Realto, un'altra piattaforma che integra la documentazione dell'apprendimento). Abbiamo detto «sembrava» perché non abbiamo molto da dire in merito ai feedback. In effetti, avevamo previsto una funzione integrata per fornire feedback ma non possiamo escludere – e a volte abbiamo avuto conferma – che i formatori preferissero parlare e fornire commenti orali alle loro persone in formazione anziché tramite la piattaforma, magari di fronte a un computer che mostrava l'e-DAP dello studente. Incontrarsi di persona è assolutamente normale se non un'opzione migliore, come ci hanno confermato alcune esperienze di lockdown legate al COVID-19.

Un'ulteriore conferma è arrivata nel 2020 da un questionario più breve che abbiamo sottoposto agli utenti di e-DAP e a un gruppo di controllo composto da persone in formazione che non avevano mai partecipato a Dual-T. Avevamo domande sulla «connettività esistente» percepita dagli apprendisti che, ad esempio, assumeva la forma dell'insegnante che a scuola richiede alle studentesse e agli studenti di portare esempi dalla loro pratica professionale o che fa riferimento a specifiche situazioni lavorative. Ancora una volta, dal confronto tra i due gruppi è emersa una differenza significativa nella connettività percepita nei loro programmi di studio tra le persone che avevano utilizzato l'e-DAP e il gruppo di controllo.

Tuttavia, ciò affliggeva Christian il quale, a maggio e a novembre 2019, ha ideato brevi workshop in cui invitava i formatori aziendali per ricordare loro come utilizzare l'e-DAP nonché a ribadire il valore aggiunto del suo utilizzo con le persone in formazione. La figura 3-8 (a sinistra) mostra il numero di richieste di feedback inviate dal 2014 da tutte le persone in formazione che popolano la piattaforma (in rosso) e le relative risposte ricevute dai formatori aziendali (in acquamarina). L'impatto dell'intervento di Christian è visibile mettendo a confronto ciò che accadeva prima (2014-2018) e dopo il suo intervento (2019-2020). Contemporaneamente, il tempo trascorso tra la richiesta e la risposta è diminuito in modo significativo (figura 3-8 a destra). A volte si ha solo bisogno di una spinta per aumentare il proprio operato.



**Figura 3-8** • A sinistra: numero di richieste di feedback delle persone in formazione (in rosso) e numero di risposte dei formatori (in acquamarina). Si noti l'aumento in entrambe le statistiche a partire dal 2019, quando sono stati proposti per la prima volta i workshop con formatori aziendali. A destra: quantità di tempo espressa in giorni tra una richiesta di feedback e la risposta. Si noti la diminuzione a partire dal 2019.

Tuttavia, dobbiamo anche affermare che le conseguenze dell'attraversamento dei confini della piattaforma non si sono fermate qui. Altri confini sono stati oltrepassati. Ad esempio, qualche tempo dopo l'introduzione della piattaforma, gli ispettori cantonali incaricati di visitare gli apprendisti sul posto di lavoro per verificare il buon andamento della formazione ci hanno chiesto di avere anche loro accesso all'e-DAP. Nelle loro precedenti visite – a causa della situazione precedentemente esposta – avevano avuto difficoltà a «preparare» la visita in anticipo e talvolta anche ad accedere alla DAP cartacea sul posto. Oggi è prassi comune che essi esaminino l'e-DAP prima della visita, in modo da poter pianificare l'incontro. Inoltre, i confini tra le diverse professioni si sono sgretolati e, un anno fa, la sezione della scuola dedicata all'alimentazione e ai servizi (cinque professioni diverse) ha adottato l'e-DAP. Questa è anche di una storia di relazioni (cfr. capitolo 4), in quanto sin dall'inizio del progetto si è coltivata la collaborazione sia con la direzione della scuola professionale sia con l'Ufficio cantonale competente per questo settore professionale, al fine di garantirne la realizzazione e il funzionamento ottimale. Gradualmente, visto il risultato degli interventi pilota, sia il dirigente scolastico sia il Cantone hanno approvato l'ampliamento dell'esperienza a tutte le classi di cuochi della scuola. Le trattative con l'associazione nazionale per espandere l'esperienza a livello nazionale sono state invece solo parzialmente efficaci: l'associazione nazionale (Hotel & Gastro Union) era favorevole al progetto e ha finanziato un aggiornamento della piattaforma che ci ha permesso di includere molte altre opzioni. Un videoclip di promozione del progetto è stato mostrato in ottobre all'assemblea generale ed è disponibile in tedesco all'indirizzo <http://youtu.be/M0U0qz9AjqY>. Al contempo, tuttavia, siamo riusciti a far utilizzare l'e-DAP solo in altri due Cantoni. A ogni modo, noi non siamo una società di vendita.

## In conclusione

Lavorare con panettieri o cuochi è stato davvero motivante. Abbiamo dimostrato che la **raccolta** di esperienze tramite i dispositivi mobili utilizzati sul posto di lavoro è possibile ed è, in generale, ben accettata tra i dirigenti aziendali. Alcuni di loro hanno addirittura fantasticato su come sarebbe stato disporre di questa soluzione durante la loro formazione. Possiamo inoltre dimostrare che portare le persone in formazione a **riflettere** e persino **mettere per iscritto** i loro pensieri – una tecnologia, la scrittura, non sempre ben accettata da persone pratiche come gli apprendisti – è altresì possibile e dà ottimi risultati in termini di prestazioni **pratiche**.

Nel caso dei panettieri e dei confettieri, il cambiamento è stato solo tecnologico, non nella pratica. In questo caso, l'associazione professionale ha deciso piuttosto rapidamente di adottare la soluzione proposta e di generalizzare la sua applicazione a livello nazionale.

Con Nicola e la sezione dei cuochi, il cambiamento introdotto non è stato solo tecnologico ma ha comportato anche un cambiamento nella pratica pedagogica; **condividere** esperienze provenienti da diversi posti di lavoro e **sfruttarle** in aula si è rivelato altrettanto possibile e molto efficace per l'apprendimento. Chiedere loro di apportare un cambiamento nella prassi, addirittura nella cultura, richiede tuttavia tempo e pazienza, soprattutto perché richiede l'approvazione e il coinvolgimento di diversi attori oltre le rispettive sfere d'azione.

## Appendice

<b>LJ-based Scenarios</b>					
	<b>M<sub>exp</sub> (SD<sub>exp</sub>)</b>	<b>M<sub>ctrl</sub> (SD<sub>ctrl</sub>)</b>	<b>t-test</b>		
Cooking method 1	5.16 (1.68)	3.31 (2.57)	t(24.960)=2.461	p=.021	r= 0.44
Cooking method 2	5.12 (1.50)	3.63 (2.16)	t(26.549)=2.297	p=.030	r= 0.41
Cooking method 3	6.23 (2.09)	4.33 (1.81)	t(29)=2.698	p=.012	r= 0.45
Cooking method 4	5.07 (1.91)	5.35 (1.97)	t(30)=-.417	p>.05.	-
<b>LJ-based Scenarios</b>					
Cooking method 5	7.29 (2.62)	3.56 (2.74)	t(24)=3.410	p=.002	r=0.57
Cooking method 6	7.50 (2.90)	2.33 (2.18)	t(25)=4.710	p<.0001	r=0.69
Cooking method 7	7.00 (3.84)	5.20 (1.30)	t(22)=1.017	p>.05.	-
Cooking method 8	6.00 (2.81)	5.17 (1.47)	t(22)=.689	p>.05.	-

**Tabella 3-1** • Differenza nel numero di elementi metacognitivi citati nelle voci del diario di apprendimento (gruppo sperimentale vs gruppo di controllo).

<b>Session #</b>	<b># of questions (specific/total)</b>	<b>t-test</b>			<b>Experim. Group M (SD)</b>	<b>Control Group M (SD)</b>
General test on fish	12/14	t(34)= -2.420	p = .021	r = 0.38	3.19 (.32)	2.89 (.43)
Test on beef	3/17	t(37)= -2.308	p = .027	r = 0.35	5.62 (1.44)	4.58 (1.35)
Test on veal, pork and lamb	2/25	t(37)= -1.834	p = .075	r = 0.29	2.33 (.66)	1.97 (.55)
General test on meat	6/14	t(35)= -2.587	p = .014	r = 0.40	5.33 (1.06)	4.48 (.90)

**Tabella 3-2** • Differenza nel punteggio del test di apprendimento (solo domande specifiche) tra il gruppo sperimentale e il gruppo di controllo.

## Capitolo 4

# Condividere le esperienze: la storia degli imbianchini

Jean-Luc Gurtner, Alberto Cattaneo, Alessia Coppi

Come accennato nei capitoli 2 e 3, le persone in formazione hanno spesso difficoltà a collegare ciò che viene fatto a scuola con ciò che sperimentano al lavoro nell'azienda ospitante. Tutto differisce tra questi due contesti – l'ambiente, i colleghi e la possibilità/impossibilità di raggiungere persone più esperte per ricevere aiuto o porre domande quando necessario (Resnick, 1987). Ogni luogo ha la propria agenda e il proprio programma. Nulla garantisce la corrispondenza dei contenuti trattati a scuola con l'argomento trattato al lavoro poiché, con poche eccezioni (come nelle professioni molto stagionali), ogni azienda potrebbe lavorare su un argomento diverso in un dato momento. Quindi, l'informazione scolastica potrebbe arrivare troppo presto per alcune persone in formazione e troppo tardi per altre della stessa classe. La tecnologia può essere d'aiuto in questa situazione? E in che modo? Nel capitolo 3 abbiamo visto che la tecnologia offre la possibilità di «attraversare i confini» e che il suo uso appropriato può aiutare gli insegnanti a dare un senso a ciò che viene affrontato a scuola collegandolo a ciò che viene sperimentato sul posto di lavoro. Il presente capitolo affronta la medesima questione ma dalla direzione opposta, esaminando se e a quali condizioni le scuole possano aiutare le persone in formazione a svolgere il loro lavoro presso l'azienda e conseguentemente facilitare il lavoro dei formatori nelle aziende ospitanti. Un racconto tratto dalle lezioni di un insegnante di spicco nel settore della pittura illustra questo scenario di «attraversamento dei confini».

## Partner collegati ma attori indipendenti: l'attuale situazione di coesione nella formazione professionale di base

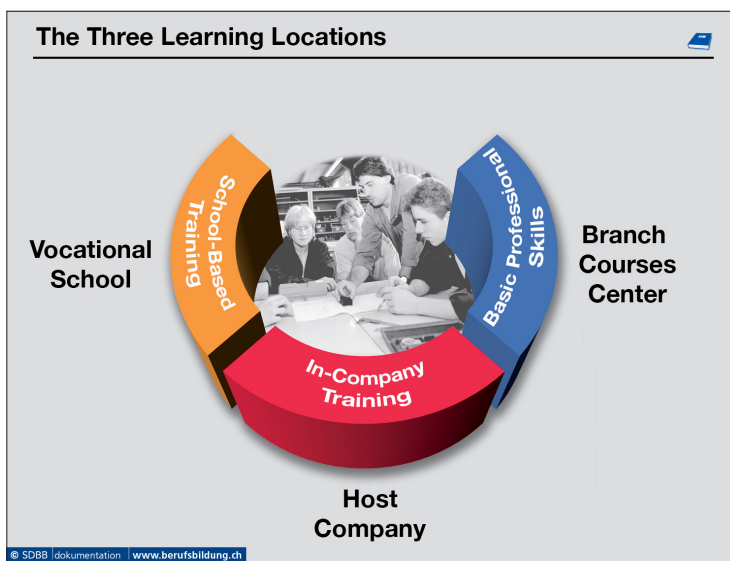
Il sistema di formazione professionale di base in Svizzera è amministrato e gestito congiuntamente da tre partner collegati rispettivamente a livello federale (Segreteria di Stato per la formazione, la ricerca e l'innovazione), cantonale (ogni Stato ha il proprio ufficio per la formazione professionale di base) e alle varie associazioni professionali (figura 4-1). Ogni partner ha il triplice compito di osservare, controllare e organizzare determinati aspetti del sistema e nessuno ha il diritto o il potere di cambiare qualcosa al suo interno senza il consenso degli altri due. A causa della complessità e dei costi dell'intero sistema, della diversità delle esigenze di ciascuna associazione professionale nonché per consentire ai diversi settori di adeguare regolarmente i loro piani formativi all'evoluzione del mercato del lavoro, i tre partner devono incontrarsi con una certa frequenza e negoziare attraverso diversi delegati e numerosi comitati. Insieme promuovono regolamenti nuovi o aggiornati, adeguano le ordinanze ma decidono e assegnano anche le risorse finanziarie ai vari organismi incaricati di svolgere la reale formazione nelle varie sedi – soprattutto scuole di formazione professionale di base e i centri per corsi interaziendali. A questo livello, i partner collaborano discretamente insieme e insistono regolarmente sull'importanza di creare e mantenere un buon coordinamento tra gli attori che contribuiscono alla formazione degli apprendisti, indipendentemente dal luogo in cui essa si svolge.





**Figura 4-1** - I tre partner che sostengono la formazione professionale di base in Svizzera e i rispettivi compiti.  
Fonte: SEFRI.

Al livello inferiore, invece, quello degli attori che contribuiscono regolarmente alla formazione - l'azienda ospitante, la scuola professionale, e i centri dei corsi interaziendali (cfr. figura 4-2) - la collaborazione è piuttosto eccezionale e corrisponde a concezioni diverse e variegate di connettività (Sappa & Aprea, 2014).



**Figura 4-2** - I tre attori che contribuiscono alla formazione professionale di base in Svizzera (in nero) e i loro domini di partecipazione (in bianco all'interno delle forme colorate).  
Fonte: CSFO

Sicuramente il lettore avrà osservato che nella figura che presenta i reali attori che contribuiscono alla formazione professionale di base (figura 4-2) né i domini né le istituzioni sono collegati tra loro, a differenza dei partner presentati nella figura 4-1.

È stato dimostrato che i contatti tra insegnanti scolastici e formatori aziendali avvengono soprattutto quando si presenta un problema, come il comportamento scorretto di una persona in formazione (35% dei contatti tra insegnanti e formatori) o gravi difficoltà di apprendimento (39%), mentre i progetti comuni (4%) o lo scambio di materiale didattico (1%), ad esempio, non sono quasi mai stati citati tra i motivi per cui contattare un altro attore della formazione durante il periodo di separazione dei luoghi di apprendimento (Peter, 2014). Inoltre, tali contatti avvengono perlopiù tra-

mite l'amministrazione scolastica e non direttamente dagli insegnanti ai formatori o viceversa.

Ancor meno frequenti, per non dire quasi inesistenti, sono i contatti con gli istruttori dei corsi interaziendali, siano essi provenienti dagli insegnanti della scuola o da un formatore di un'azienda (Peter, 2014). Introdotti nel sistema della formazione professionale di base solo a cavallo del secolo e svolti prevalentemente in una terza sede istituita e organizzata dalle associazioni professionali, i corsi interaziendali sono definiti nei testi ufficiali come un complemento alla formazione pratica nelle aziende e all'acquisizione di conoscenze a scuola, nonché come mezzo per consolidare le basi della professione. Si tratta di una definizione alquanto ambigua, come ci è stato ripetuto più volte negli altri due luoghi: mentre alcuni la considerano un'indicazione del carattere secondario dei corsi interaziendali, altri si domandano se la loro introduzione possa indicare che le associazioni professionali siano giunte a ritenere che gli altri due luoghi non siano stati in grado di impartire l'istruzione necessaria del settore alle persone in formazione. Come afferma un recente rapporto del Ministero dell'Istruzione del Cantone di Zurigo, ciò potrebbe comportare «attriti nella delimitazione dei rispettivi contenuti da trasmettere» (Zürich, B. K., 2018, p. 99). Inoltre, le tempistiche e le questioni finanziarie non favoriscono la confidenza e la fiducia reciproche; ad esempio, la frequenza delle persone in formazione ai corsi interaziendali in un determinato momento del semestre è obbligatoria, indipendentemente dal carico esercitato in azienda o a scuola. Le aziende ospitanti contribuiscono direttamente al finanziamento dei corsi interaziendali ma anche indirettamente tramite le quote associative all'associazione professionale e perché devono garantire il pagamento degli stipendi delle persone in formazione, anche quando frequentano tali corsi interaziendali non risultando quindi produttive per l'azienda. Oltre a ciò, gli istruttori dei corsi interaziendali possono essere professionisti meno esperti rispetto ai formatori dell'azienda ospitante o ex colleghi che hanno smesso di dirigere un'azienda. Al contrario, spesso le associazioni professionali si lamentano del fatto che le scuole di formazione professionale di base non concedono loro tempo libero sufficiente per svolgere i corsi interaziendali senza interferire con gli esami scolastici o la loro preparazione o durante i periodi di vacanza (Zurigo, 2018). Tutti questi interessi contrastanti tendono a creare sfiducia, disprezzo e gelosia tra i diversi attori, come abbiamo talvolta sentito durante le nostre regolari visite alle aziende, alle scuole di formazione professionale di base e ai centri professionali.

Dal punto di vista verticale, la rete attorno a ciascun attore non è molto più rigorosa: una volta ottenuta l'autorizzazione da parte del Cantone a fungere da azienda ospitante, le imprese possono scegliere l'apprendista che desiderano e possono organizzare liberamente il programma di formazione. Il piano formativo è stato definito dall'associazione professionale in termini di competenze da acquisire sul posto di lavoro ma non in termini di tempi – quando lavorare all'acquisizione di quali competenze – né in termini di importanza – quanto tempo gli apprendisti dovrebbero dedicare all'acquisizione di determinate competenze. L'adesione a un'associazione professionale non è obbligatoria e molti professionisti la considerano inutile. Nella maggior parte delle aziende, le persone in formazione sono seguite da vicino dal collaboratore con cui lavorano perché condividono lo stesso ufficio, le stesse macchine o lo stesso settore professionale. I loro veri capi siedono generalmente in un altro ufficio o in un altro settore dell'impresa e, a volte, i contatti con la persona in formazione sono minimi. Talvolta possiedono un altro background o addirittura svolgono un'altra professione, come spesso accade ad esempio nel settore sanitario o alimentare. Ad esempio, il vero capo di un commesso di un panificio tipico è generalmente il proprietario del panificio, un panettiere che lavora attivamente dietro le quinte, mentre la persona che accompagna l'apprendista nel negozio è la moglie del panettiere.

In una scuola tipica di formazione professionale di base, gli insegnanti della stessa specializzazione sono generalmente da uno a tre, a seconda della professione. I loro legami con la direzione della scuola sono piuttosto deboli. Poiché nella stessa sezione scolastica vengono raggruppate professioni molto diverse, i contatti con il capo di ciascuna sezione – chiamato preside – vengono mantenuti a un tasso minimo e sono piuttosto organizzativi, non pedagogici. Tale diversità di background degli attori e la

complessità della configurazione fanno sì che la maggior parte delle scuole di formazione professionale di base controlli gli insegnanti sulle questioni amministrative ma non sui contenuti o sui metodi da utilizzare nell'insegnamento. Non è quindi sbagliato pretendere che gli insegnanti della formazione professionale di base siano piuttosto indipendenti e che vogliano essere tali. Nessuna di queste osservazioni andrebbe considerata come una critica al sistema. Sono solo il risultato di ripetute osservazioni della situazione nella maggior parte delle professioni e nella maggior parte delle scuole di formazione professionale di base; una situazione che si è venuta a creare a causa della complessità dell'organizzazione del mercato del lavoro e del sistema di formazione triale.

Nonostante l'elevata complessità della rete attorno a ciascuna persona in formazione e gli sforzi profusi dalle organizzazioni che amministrano il sistema (i partner) per una proficua collaborazione, gli attori che effettivamente contribuiscono a tale rete restano piuttosto vagamente interconnessi e si sentono perlopiù indipendenti gli uni dagli altri. Ognuno ha la propria agenda, le proprie priorità, il proprio programma e le proprie attività da proporre alla persona in formazione e, anche se i curricula stabiliscono chiaramente ciò che andrebbe insegnato e praticato a scuola, nei corsi interaziendali o sul posto di lavoro, la collaborazione non è richiesta né realmente attesa. Uno studio di Peter (2014) mostra ad esempio che, mentre la maggior parte dei formatori all'interno dell'azienda accoglie con favore le attività scolastiche che richiedono di svolgere parte del lavoro nell'azienda, una maggioranza equivalente di essi ritiene che tali attività debbano rimanere poco frequenti e non richiedere tempo, attenzione o sforzo da parte del formatore all'interno dell'azienda. Anche le persone in formazione sono ambivalenti riguardo a tali connessioni. Se generalmente considerano ciò che viene loro insegnato nei diversi luoghi altamente scollegato e accolgono con favore un maggior numero di connessioni nel loro programma, non sono sicure di apprezzare che i loro diversi «formatori» abbiano uno scambio più approfondito sulle loro prestazioni e attitudini nei diversi luoghi di apprendimento. Non è cambiato molto rispetto a uno studio condotto nel 2011, in cui le persone in formazione si sono chiaramente identificate come persone «pratiche» (Taylor & Freeman, 2011) e, in cui una logica orientata alla produttività tipica del luogo guidato dall'impresa, prevale su quella orientata all'apprendimento che caratterizza la scuola (Illeris, 2011). In un'indagine condotta nell'ambito del progetto abbiamo ad esempio interrogato gli attori interessati in merito alla possibilità di mostrare agli insegnanti a scuola la Documentazione dell'Apprendimento e delle Prestazioni delle persone in formazione, documento obbligatorio che deve essere completato e corretto in azienda. Abbiamo notato che le persone in formazione erano nettamente meno favorevoli a fornire l'accesso alla documentazione ai loro insegnanti a scuola rispetto a quanto lo fossero gli insegnanti stessi o i loro formatori aziendali. Gli insegnanti della scuola si sono dichiarati felici di dare un'occhiata a tale documentazione per vedere cosa facessero gli apprendisti nelle rispettive aziende ma erano meno disposti di qualsiasi altra parte interessata a commentare o correggere le voci in questi documenti (Caruso et al., 2020). Per riassumere, è un po' come se ogni formatore volesse vedere cosa si faccia negli altri luoghi ma non fosse disposto a investire tempo e impegnarsi al di là delle proprie responsabilità, semplicemente per facilitare il compito di un altro formatore o per renderlo più fruttuoso, ciò che a volte chiamiamo il principio «peep in but not chip in» (dare un'occhiata senza contribuire) (Gurtner, 2021). A nostro avviso, questa forte «indipendenza» dei diversi attori lascia alle persone in formazione il difficile compito di riunire quanto appreso nei diversi luoghi di apprendimento, un lavoro che potrebbe rappresentare una vera e propria sfida, come già sappiamo dalla vasta letteratura che contrappone l'apprendimento informale a quello formale. Abbiamo pertanto deciso di studiare come le tecnologie dell'apprendimento possano stimolare la collaborazione tra i vari soggetti che intervengono nella formazione professionale di base e aiutare in tal modo le persone in formazione a «vedere» più chiaramente i collegamenti tra ciò che apprendono a scuola e nella loro azienda. Abbiamo pensato che tale collaborazione sarebbe stata ancor più facile da avviare poiché, come abbiamo visto nel capitolo 1, la maggior parte degli insegnanti delle scuole di formazione professionale di base e dei formatori interaziendali sono stati in passato o sono tuttora professionisti.

## Sfruttare le tecnologie per favorire la collaborazione tra i vari attori nei diversi luoghi di apprendimento

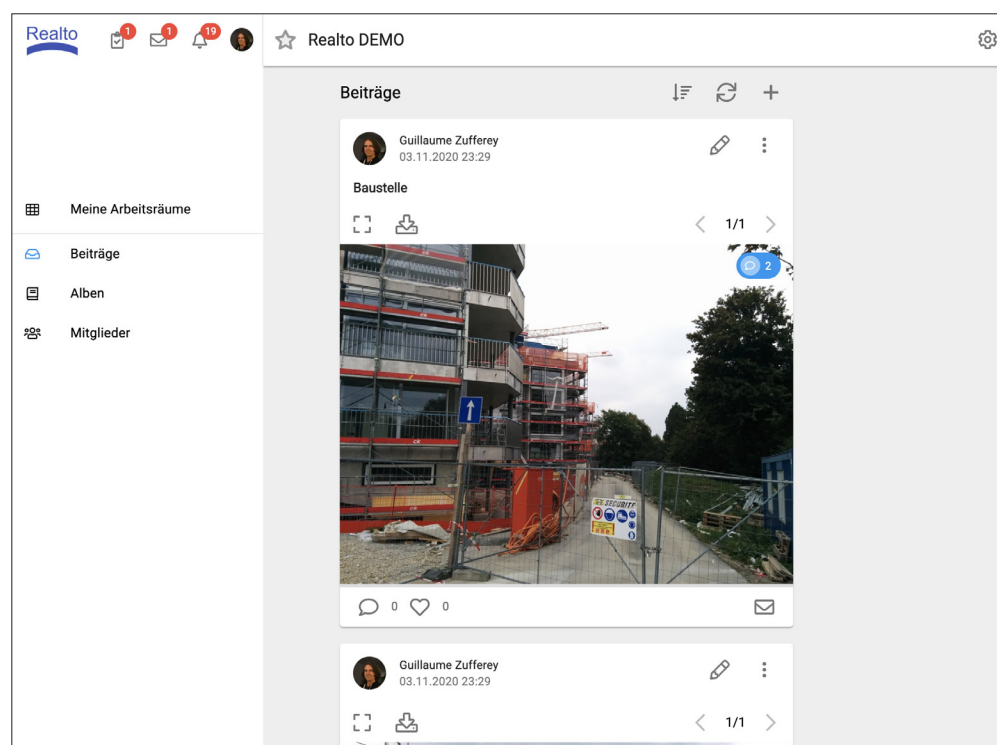
Come già illustrato nel capitolo 2, l'Erfahrungsraum è uno spazio virtuale nel quale le esperienze vissute da una persona in formazione in un luogo, generalmente sul posto di lavoro, possono essere decontestualizzate e trasformate in una forma più astratta, elaborata e riflessiva; è anche uno spazio al quale gli insegnanti e i formatori aziendali possono accedere senza essere fisicamente presenti. Ciò che è presente nelle piattaforme sviluppate finora nel progetto (cfr. capitolo 3), come LearnDoc per i panettieri o e-Dap per i cuochi, è stato tuttavia inserito da una persona in formazione; gli insegnanti e i formatori aziendali hanno solo la possibilità di consultarlo ed eventualmente di reagire a tali tracce, senza fornire contenuti propri o innescare reazioni degli apprendisti ai loro input.

Abbiamo quindi deciso di progettare una nuova piattaforma sulla quale non solo le persone in formazione ma anche gli insegnanti e i formatori aziendali potessero caricare i contenuti, vale a dire una piattaforma che consentisse di trasmettere facilmente da un luogo all'altro qualsiasi contenuto che un attore desiderasse rendere accessibile a un altro dei suoi utenti. Ci è venuta subito in mente la metafora di un ponte, con la sua duplice funzione di collegamento e scorciatoia tra due luoghi. Sulla base dell'esperienza precedente, sapevamo che non poteva trattarsi di un ponte a cielo aperto come il Golden Gate o il Ponte di Avignone, poiché il contenuto da trasferire lungo di esso può essere talvolta sensibile. Non tutti i formatori aziendali accettano che persone di altre aziende possano vedere il tipo di lavoro svolto nella propria azienda, né tutti gli insegnanti sono disposti a condividere il loro materiale con insegnanti di altre scuole. Ci siamo poi ricordati che in altri Paesi, come l'Italia, i ponti più famosi spesso hanno pareti e tetto: facilitano il trasporto delle merci da un luogo all'altro impedendo al contempo alle persone tutt'intorno di vedere i contenuti effettivamente trasportati. Ciò vale in particolare per il famoso ponte veneziano di Rialto. Abbiamo quindi deciso di denominare questa nuova piattaforma Realto, un nome sufficientemente simile a quello del celebre ponte senza esserne del tutto identico. Inoltre, il termine «Realto» fa implicitamente riferimento alle esperienze «reali» da cui volevamo partisse l'apprendimento e attira l'attenzione del lettore anche per la presenza di una «e», tipica di ogni ambiente elettronico.

Facendo parte della famiglia delle piattaforme sviluppate in precedenza, Realto offre ancora alle persone in formazione un modo semplice di caricare materiale "catturato" sul posto di lavoro (ad esempio foto, filmati, appunti), elaborarlo e presentarlo in varie forme e gradi di riflessione al formatore in azienda o all'insegnante a scuola. Tali forme possono spaziare da semplici post a documenti molto elaborati come la documentazione dell'apprendimento. Per via della delicatezza di alcuni di questi materiali (cioè per mantenerlo un ponte «sicuro»), l'accessibilità alla piattaforma ha dovuto essere limitata in molti modi, come per le piattaforme precedentemente sviluppate. Attraverso una procedura di login e di invito che consente solo alle persone «giuste» di vedere il materiale caricato, Realto offre anche la possibilità di impostare e modificare manualmente l'accesso alle diverse sezioni. La privacy non era però ovviamente sufficiente a incoraggiare gli insegnanti e i formatori aziendali a condividere informazioni sulla piattaforma. Nella sua tesi di dottorato, Nicole Furlan (2017) ha osservato che, ad esempio, con Realto il feedback sulla documentazione dell'apprendimento delle persone in formazione da parte dei loro formatori aziendali non era più frequente rispetto a un formato cartaceo più tradizionale (nonostante ciò differisse leggermente in altre esperienze, come quelle dei cuochi – cfr. capitolo 3). Altri due aspetti si sono tuttavia rivelati più incoraggianti: il ritardo tra la pubblicazione di un documento formativo sulla piattaforma e la ricezione del feedback si è ridotto grazie a Realto e la completezza del feedback (valutato in termini di numero di parole) è stata maggiore rispetto a quando il feedback è stato fornito solo in via cartacea.

Se l'assenza di effetto sulla frequenza delle reazioni e l'effetto sulla rapidità della risposta sono perfettamente in linea con quanto già sappiamo dalle pratiche dei social network e di altre piattaforme (si veda il capitolo 3 per risultati analoghi con la piattaforma dei cuochi), l'impatto di Realto sulla completezza del feedback è stato più inaspettato e ci ha spinto a mantenere e affinare il sistema.

È stata poi aggiunta una funzione di *notifica* che consente agli utenti di far sapere alle persone «giuste» che ci si aspetta un feedback da parte loro. La prima idea per tale funzione è stata un'e-mail o un messaggio sul telefono del destinatario. Le reazioni a tale idea sono state in realtà ambivalenti; non tutti hanno gradito essere avvertiti in quel modo, mentre per altri si trattava di un promemoria gradito e di un utile indicatore del lavoro svolto dalla loro persona in formazione. In linea con gli altri social media, abbiamo deciso di optare per versioni meno intrusive di questa funzione di notifica – sottoforma di flag rosso che lampeggia nella lista delle cose da fare del destinatario nella schermata di apertura di Realto, completato o meno dal nome della persona che richiede la reazione (cfr. figura 4-3) – e la possibilità per il destinatario di decidere la frequenza di ricezione di tali notifiche in funzione del tipo di reazione attesa.



**Figura 4-3** - Screenshot di Realto che mostra, accanto al logo Realto, la lista delle cose da fare con i puntini rossi che indicano le notifiche ricevute e chi nel network effettivamente le ha inviate.

L'Erfahrungsraum non prevede tuttavia la possibilità per i formatori aziendali di vedere ciò che le persone in formazione abbiano fatto o stiano facendo a scuola. Per rendere gli scambi bidirezionali – e non solo attraverso ciò che le persone in formazione possono dire o trasportare sul ponte verso l'azienda – abbiamo deciso di fornire diverse soluzioni che consentono ai formatori aziendali di essere informati o addirittura coinvolti nel lavoro svolto a scuola. A tal fine abbiamo offerto agli insegnanti la possibilità di inserire direttamente sulla piattaforma, proprio negli spazi di lavoro della classe, non solo documenti e foto ma anche attività complete alle quali gli apprendisti dovevano lavorare al di fuori dell'ambiente fisico della scuola. La nostra ingenua aspettativa era che gli studenti portassero a termine il compito scolastico sul posto di lavoro con i loro formatori interni all'azienda che vegliavano su ciascun apprendista, così da essere regolarmente informati su ciò a cui gli apprendisti e gli insegnanti stessero lavorando a scuola. Da un'indagine, tuttavia, abbiamo appreso che la maggior parte delle persone in formazione accede più spesso a Realto da casa che dal posto di lavoro, un'osservazione generale con leggere variazioni da professione a professione e da un posto di lavoro all'altro (Caruso et al., 2020).

Un'altra idea era quella di collegare direttamente i formatori aziendali agli insegnanti tramite un'e-mail di invito per integrarli nello spazio di lavoro dell'aula. Questa non si è rivelata una buona idea, avendo comportato una valanga di notifiche che

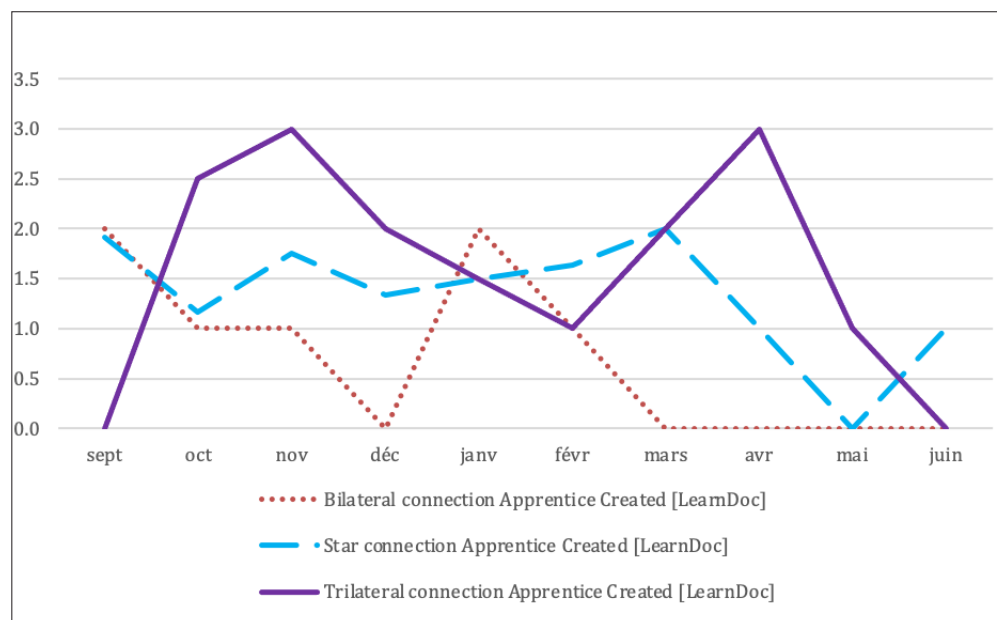
ha rapidamente sommerso i formatori pilota all'interno dell'azienda. I formatori in azienda venivano informati non solo dell'attività delle proprie persone in formazione ma anche dell'attività di tutti i partecipanti alla stessa area di lavoro della classe – insegnanti, persone in formazione e relativi formatori aziendali – portando la maggior parte dei formatori aziendali a rifiutare semplicemente gli inviti e a ignorare le notifiche. Abbiamo pensato che una possibile soluzione a questo problema potesse consistere nel filtrare i post e limitarli a quelli relativi a un determinato apprendista ma, ben presto, si è rivelato impossibile separare tali messaggi da quelli che, pur non rivolti specificamente a una singola persona in formazione, potevano essere utili e rilevanti per quel particolare formatore. Pertanto, filtrare le informazioni su tale base sarebbe stato troppo restrittivo o troppo aperto per rimanere un'opzione ragionevole. Per attenuare tale rischio e rendere lo strumento adattabile alle diverse sensibilità dei suoi utenti, le funzioni di notifica delle nostre piattaforme offrono numerose opzioni, in modo da poter essere impostate in base alle preferenze di ciascun utente.

I nostri dati rivelano inoltre che alcuni gruppi di utenti hanno inventato modi originali per aggirare tali difficoltà, dimostrando la loro volontà di «chiudere il cerchio» e di aprire vie di comunicazione tra insegnanti e formatori aziendali anche quando «nulla va storto» (!); in alcuni casi abbiamo visto insegnanti fornire ai formatori aziendali dei loro apprendisti «comuni» l'accesso alla propria cartella dei compiti preparati per gli studenti; in altri abbiamo assistito alla creazione, da parte degli insegnanti, di spazi di lavoro paralleli in cui trasmettere ai formatori aziendali informazioni sul lavoro che si stava svolgendo a scuola e accogliere le loro reazioni in merito. Certamente, queste soluzioni potrebbero apparire come una limitazione alla filosofia «aperta» della piattaforma Realto ma sono al contempo il semplice risultato di decisioni pragmatiche di tenere regolarmente informati i formatori aziendali su ciò che viene fatto a scuola. Tali percorsi di comunicazione alternativi consentono inoltre agli insegnanti di informare i formatori aziendali di qualsiasi aiuto essi desiderino, per indirizzare i propri apprendisti «comuni» verso il materiale pertinente, per aiutarli a portare a termine le attività o per far loro sperimentare sul posto di lavoro una determinata competenza, come nel caso della piattaforma dei cuochi presentata nel capitolo 3. L'esempio illustrato di seguito nel caso degli imbianchini mostra che alcuni insegnanti utilizzano direttamente lo spazio di lavoro della classe per avvertire i formatori aziendali di nuove regolamentazioni o sviluppi di cui potrebbero non essere a conoscenza, ad esempio nel campo della sicurezza sul lavoro, delle prescrizioni sanitarie o dei nuovi prodotti sviluppati da laboratori all'avanguardia. Al contrario, i formatori aziendali possono anche beneficiare di tali canali di comunicazione per chiedere agli insegnanti della scuola o agli istruttori dei corsi interaziendali di fornire maggiori spiegazioni su un fenomeno, un principio o una tecnica che le persone in formazione dovrebbero comprendere meglio per essere più efficaci sul lavoro.

Un altro modo per potenziare l'interazione sulla piattaforma è stato quello di agire sul piano formativo adottato per preparare i diversi attori all'utilizzo di Realto. In uno studio condotto da Felder (Cattaneo et al., 2021), la formazione comune delle tre parti interessate (ossia la partecipazione congiunta di insegnanti, persone in formazione e loro formatori aziendali alle stesse sessioni di formazione) ha avuto un impatto duraturo sull'attività delle persone in formazione nella piattaforma durante tutto l'anno scolastico, mentre la formazione separata ha determinato un costante calo del tasso di attività in termini di produttività. La nostra ipotesi è che la formazione comune abbia dato ai vari attori la sensazione di essere coinvolti in una squadra, portandoli ad agire da sostegno reciproco quando la quantità di motivazione o il tempo a disposizione diminuivano.

L'importanza di costituire un gruppo per aumentare l'attività degli allievi è evidente anche nella figura 4-4. Abbiamo messo a confronto il numero medio di documenti formativi prodotti ogni mese di un intero anno scolastico da tre gruppi di persone in formazione, in base alle tipologie di contatti attivati su Realto; abbiamo operato una distinzione tra le persone che avevano contatti solo con i loro insegnanti (collegamenti a stella, invito ricevuto dal loro insegnante senza coinvolgimento del formatore dell'azienda ospite), coloro che erano stati invitati a Realto dai loro formatori aziendali ma senza la partecipazione dei loro insegnanti (collegamenti bilaterali;

questa situazione si è verificata generalmente per le persone in formazione i cui formatori aziendali avevano reagito positivamente all'invito della loro associazione professionale) e coloro che avevano contatti aperti con entrambi, quindi insegnante e formatore direttamente collegati (collegamenti trilaterali). Nonostante quest'ultimo sistema abbia richiesto un po' più di tempo per essere istituito e rendersi efficace (si vedano le posizioni di settembre), questo collegamento trilaterale (linea continua) ha portato chiaramente a una produttività maggiore e più sostenuta (misurata in termini di numero medio di documenti formativi pubblicati ogni mese da ogni studente) rispetto agli altri due modi di collegamento.



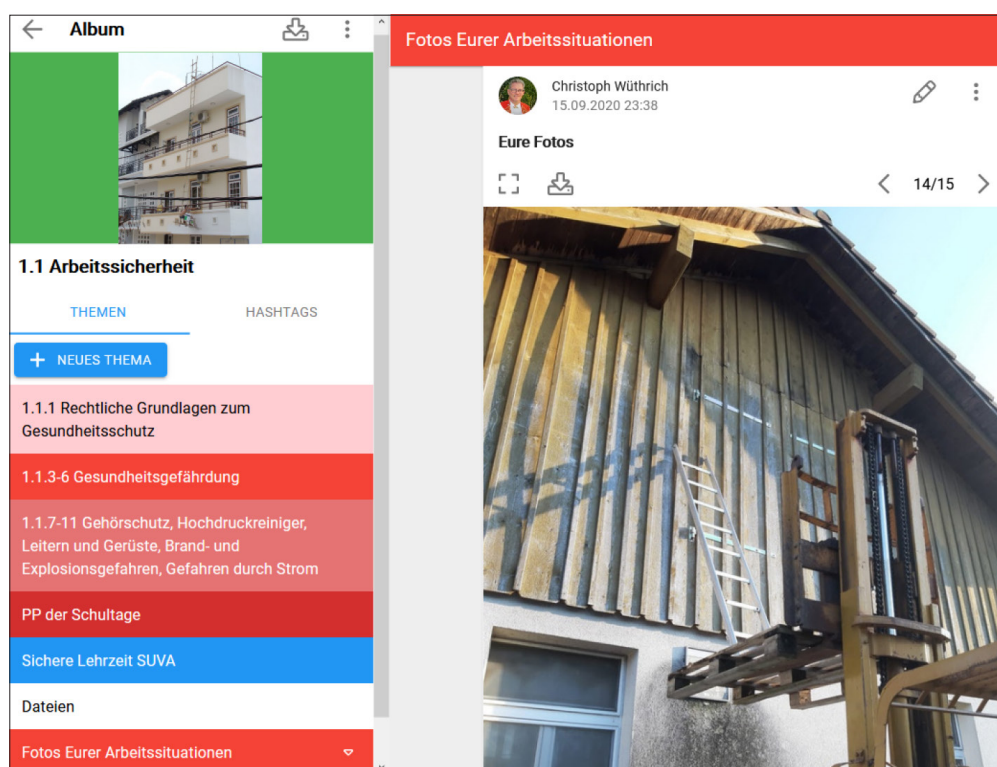
**Figura 4-4** • Numero medio di documentazione dell'apprendimento pubblicata dalle persone in formazione ogni mese in relazione al tipo di collegamenti stabiliti in Realto.

## Come gli imbianchini usano Realto quale strumento di collegamento tra luoghi di apprendimento

Nel settore della pittura, la maggior parte delle aziende lavora su richiesta dei clienti e in abitazioni private nonché all'interno e all'esterno di edifici più grandi, spesso ancora in costruzione. Le questioni relative alla sicurezza rivestono grande importanza e il settore denominato «Sicurezza sul lavoro, tutela della salute e dell'ambiente» è oggi uno dei quattro ambiti di competenza attorno ai quali si articola il piano di formazione. Nonostante la sicurezza dei dipendenti rientri tra le competenze dell'azienda con cui hanno stipulato un contratto, per diverse ragioni molte aziende del settore hanno difficoltà al riguardo. Il numero e la complessità linguistica degli atti, delle ordinanze e dei regolamenti che trattano l'argomento aumentano costantemente e tenere traccia di tali prescrizioni è spesso impossibile per la maggior parte dei formatori. Inoltre, oltre il 95% delle imprese del settore conta meno di 20 dipendenti, i quali preferiscono imbiancare anziché frequentare corsi sui nuovi regolamenti. Oltretutto, è ben noto che i giovani hanno una percezione diversa dei pericoli e dei rischi rispetto ai più esperti (Breslin et al. 2007). I formatori sono pertanto piuttosto contenti del fatto che le scuole e i corsi interaziendali di formazione professionale di base facciano la loro parte nella formazione degli apprendisti su tali temi.

Christoph Wüthrich, un docente della scuola professionale di Wattwil che utilizza quotidianamente Realto nei suoi corsi, ha colto l'opportunità di servirsi di Realto per educare alla sicurezza e alla prevenzione gli imbianchini in formazione. Per arricchire l'insegnamento delle leggi, dei regolamenti e delle prescrizioni con esempi tratti dal campo, chiede alle persone in formazione di fornire fotografie di diverse situazioni lavorative e ne discute con loro, soffermandosi sui pericoli e sui rischi che

esse comportano e contrapponendole alle varie prescrizioni, leggi e regolamenti in materia di sicurezza sul lavoro stabiliti a livello federale o cantonale (in rosa nella figura 4-5). Completa le discussioni anche con una serie di brochure e opuscoli forniti dall'associazione professionale o da altri enti, nei quali si riassumono le misure appropriate per gestire in modo sicuro situazioni tipiche di rischio o si presentano le migliori prassi in tali situazioni (in blu nella figura 4-5). Infine, carica le presentazioni PowerPoint che ha usato in classe sulla piattaforma (in rosso scuro nella figura 4-5). Secondo Wüthrich, le presentazioni dell'insegnante – così come gli opuscoli e i volantini che egli inserisce sulla piattaforma – sono rivolte alle persone in formazione nonché, aspetto interessante, ai loro formatori dell'azienda ospitante, in modo che essi possano conoscere gli argomenti con cui gli studenti si sono confrontati a scuola e, al contempo, conoscere ogni nuova legge, regolamentazione o prescrizione introdotta dalle autorità politiche in materia di sicurezza sul lavoro o prevenzione dei rischi. Si tratta di modifiche che i professionisti hanno spesso difficoltà a conoscere e ad adottare nella loro pratica quotidiana.



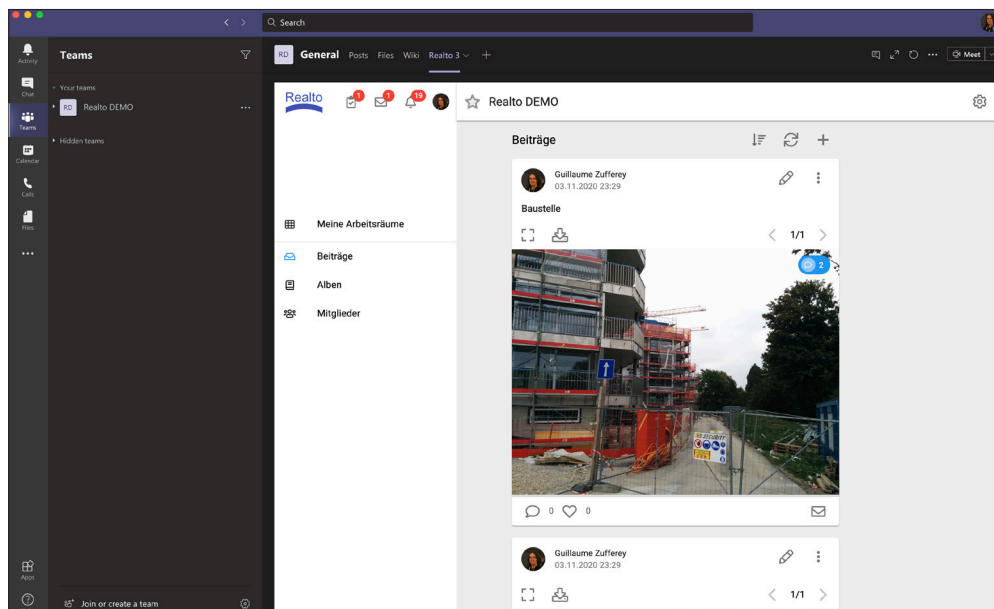
**Figura 4-5** • Uno screenshot di un'attività condotta in classe da Christoph Wüthrich sul tema della sicurezza sul lavoro.

Attività come questa permettono alle persone in formazione di comprendere meglio i rischi e i pericoli che possono affrontare nelle loro attività professionali, una competenza molto apprezzata dai loro formatori e dai proprietari delle aziende ospitanti. Alcuni di essi consultano addirittura le proprie persone in formazione in merito a cosa fare in situazioni delicate o le nominano «specialisti in materia di sicurezza in azienda» in caso di possibili controlli condotti da ispettori del lavoro.



## In conclusione

L'obiettivo finale di Realto è offrire agli attori della formazione professionale di base un modo semplice per rimanere costantemente in contatto e per conoscere, possibilmente in tempo reale, gli sforzi compiuti negli altri luoghi per formare le proprie persone in formazione «condivise». Si tratta di una sfida che richiede il coinvolgimento e l'impegno di molte persone, con priorità ed esigenze diverse. L'esempio di Christoph Wüthrich dimostra che la collaborazione è possibile e persino valorizzata quando i partner comprendono e apprezzano l'aiuto che un altro attore può apportare non solo alla formazione dello studente ma anche a loro stessi nello svolgimento delle attività.



**Figura 4-6** • Screenshot di un'attività che integra Realto (in bianco) in una riunione MS Teams (in nero). Un semplice pulsante aggiunto a MS Teams (Realto 3, in alto al centro dello schermo) permette di passare facilmente da MS Teams a Realto.

A differenza della e-Dap (capitolo 3), inizialmente creata su misura per le esigenze di una specifica professione, Realto è facilmente trasferibile alle esigenze di un'ampia gamma di professioni. Attualmente viene utilizzata regolarmente in 10 diverse professioni da circa 1'500 persone in formazione, 250 insegnanti e 250 professionisti in tutto il Paese. Inoltre, le questioni della sicurezza e della prevenzione dei rischi sono temi cruciali per molte professioni e il lavoro pionieristico svolto da Wüthrich potrebbe servire da base per molti programmi di formazione a molti professionisti in vari settori. Il capitolo 5 presenta un'ulteriore evoluzione di Realto, volta a supportare un'altra prassi didattica comune e ampiamente diffusa: l'annotazione di immagini e video provenienti dal luogo di lavoro o da fonti quali riviste o Internet per indirizzare l'attenzione delle persone in formazione e far sì che adottino una visione professionale o apprendano codici, marchi e simboli che costituiscono il linguaggio visivo di ogni professione.

Per quanto riguarda la condivisione delle informazioni e l'accessibilità dei contributi multilaterali oltre i confini, Realto non è naturalmente unico e potrebbe essere facilmente sostituito da altre piattaforme di comunicazione quali MS Teams o Moodle e simili. Recentemente, le scuole di formazione professionale di base hanno iniziato ad adottare MS Teams su larga scala. Per questo si è deciso di rendere possibile l'accesso diretto a Realto tramite MS Teams (figura 4-6). Per supportare gli insegnanti che potrebbero essere più a loro agio a lavorare con altre tecnologie, abbiamo creato un sito web dedicato agli insegnanti di formazione professionale di base chiamato [eduscenarios.ch](http://eduscenarios.ch). Il sito contiene 14 descrizioni passo-passo di attività didattiche conformi all'Erfahrraum che gli insegnanti possono adeguare ai loro studenti, insieme a consigli su come utilizzare una varietà di tecnologie diverse (tra cui MS Teams e

Realto) per supportare tali attività. Il nostro obiettivo è fornire risorse che consentano agli insegnanti di colmare le lacune tra il posto di lavoro e la scuola, inserendo nelle loro aule attività conformi all'Erfahrraum.

## Capitolo 5

# Annotare le esperienze: la storia delle creatrici d'abbigliamento e non solo

Alberto Cattaneo, Jean-Luc Gurtner, Valentina Caruso, Alessia Coppi

I capitoli precedenti dimostrano l'importanza delle immagini nei sistemi di comunicazione di varie professioni nonché il loro potenziale nella formazione dei neofiti del settore. Tuttavia, come abbiamo sentito da diverse professioni, gli insegnanti della formazione professionale di base non solo sono felici di lavorare «con» le immagini ma amano anche lavorare «sulle» immagini. Il presente capitolo esamina come le tecnologie per l'apprendimento possano aiutarli a progredire in tale direzione e come gli insegnanti di diverse professioni possano utilizzare l'annotazione, l'etichettatura o il confronto di immagini per favorire le specifiche visioni professionali delle persone in formazione.

Sappiamo quanto sia importante l'informazione visiva per gli esseri umani. Inoltre, da un punto di vista psicofisiologico, mediamente circa il 50% delle risorse cerebrali sono dedicate alla costante selezione, elaborazione e interpretazione delle informazioni visive. Oltre a ciò, viviamo tutti in una società basata sull'immagine. Siamo circondati da immagini, siano esse in formato statico o dinamico. Molti social network sono specializzati nella condivisione delle immagini – Flickr, Picasa, Pinterest, Instagram. Piattaforme come YouTube compaiono costantemente sul podio dei siti Internet più visitati e la maggior parte dei nostri strumenti di comunicazione quotidiani, ad esempio WhatsApp, ci permette di modificare e interagire con le immagini.

Nei capitoli precedenti abbiamo osservato come gli insegnanti usassero questo tipo di immagini con cuochi, panettieri e imbianchini e le esaminassero con i loro apprendisti, spingendoli a cercare somiglianze e differenze con le pratiche sul posto di lavoro, a confrontare i processi e a individuare le qualità e i difetti dei prodotti. Spesso abbiamo notato che un'immagine che potrebbe sembrare insignificante per un non addetto ai lavori include numerosi dettagli interessanti e significativi per un professionista. Gli insegnanti possono evidenziare tali dettagli alle persone in formazione e attirare la loro attenzione su di essi, favorendo così un modo di guardare le immagini specifico di una data professione.

Abbiamo anche visto che in molti casi gli insegnanti hanno scelto di fare un ulteriore lavoro sulle immagini, ad esempio incollando le immagini da commentare in una presentazione PowerPoint per aggiungere etichette, marcatori, note o altre indicazioni e costruendo una sorta di sintesi visiva delle informazioni tecniche da apprendere. Parlando il linguaggio dell'Erfahrungsraum, diremmo che in questi casi gli artefatti grezzi vengono «aumentati» tramite l'aggiunta di strati successivi di informazioni, ad esempio focalizzando l'attenzione su informazioni rilevanti o integrando commenti e analisi da parte di membri della comunità, o aggiungendo elementi di conoscenza teorica alle esperienze pratiche a seguito di una discussione guidata dall'insegnante.

Queste due considerazioni generali ci hanno portato ad approfondire due temi diversi, uno relativo al modo in cui avviene l'osservazione (visione professionale) e l'altro relativo alla modalità di miglioramento delle capacità di osservazione (annotazione).

### L'osservazione quale pratica professionale

Nel 1994, Charles Goodwin pubblicò un articolo intitolato semplicemente «Professional Vision» («Visione professionale»). Si riferiva a come i professionisti facciano proprie pratiche visive specifiche a seconda della loro professione. La visione professionale si riferisce a «socially organised ways of seeing and understanding events that are answerable to the distinctive interest of a particular group» («modi socialmente organizzati di vedere e comprendere gli eventi che rispondono agli specifici interessi di un particolare gruppo sociale») (Goodwin, 1994, p. 606). In altre parole, le pratiche visive – comprese azioni quali la codifica, l'evidenziazione e la produzione di

materiali visivi correlati alla pratica – sono legate al contesto e specifiche della professione. Valentina Caruso e Alessia Coppi, due collaboratrici che hanno sviluppato i dottorati di ricerca su tale argomento nell’ambito del progetto Dual-T, hanno documentato queste definizioni nelle loro tesi (Caruso, 2017; Coppi, 2021). Hanno adottato la definizione di Goodwin per studiare come avvenga l’osservazione all’interno di una comunità professionale e hanno preso in considerazione una vasta letteratura che applica un concetto simile alla formazione degli insegnanti. In questo caso, gli studiosi hanno parlato di «noticing» (ad es. Seidel & Stürmer, 2014; Sherin et al., 2011; Stürmer et al., 2013; van Es et al., 2017), ovvero una competenza bipartita che unisce sia la capacità di individuare e discernere i dettagli rilevanti di un fenomeno osservato dirigendo e focalizzando efficacemente l’attenzione su di essi, sia la capacità di stabilire collegamenti tra gli elementi osservati e la propria conoscenza, per poter ragionare in modo significativo su ciò che si osserva e decidere di conseguenza come reagire. Insistiamo su queste premesse per via del loro legame con il nostro modello pedagogico – e con le nostre relative attività di ricerca. In effetti, ciò che qui riconosciamo è una sorta di attività tripartita, in quanto abbiamo bisogno di un referente oggettivo (raccolgere: visualizzazione), dobbiamo identificarlo esplicitamente (preparare: percezione e descrizione), e poi possiamo dedurre una spiegazione e previsioni (sfruttare: riflessione determinata a livello cognitivo e sociale). Riconosciamo questi tre elementi negli esempi che presentiamo in questo capitolo.

Iniziamo con la nostra storia. Analizzeremo dapprima il caso delle creatrici d’abbigliamento e come e cosa esse osservino. Esamineremo dunque i mezzi didattici da noi utilizzati per insegnare alle apprendiste creatrici d’abbigliamento a osservare nel rispetto del nostro modello.

### **In che modo l’osservazione di esperti e principianti differisce nella formazione professionale di base?**

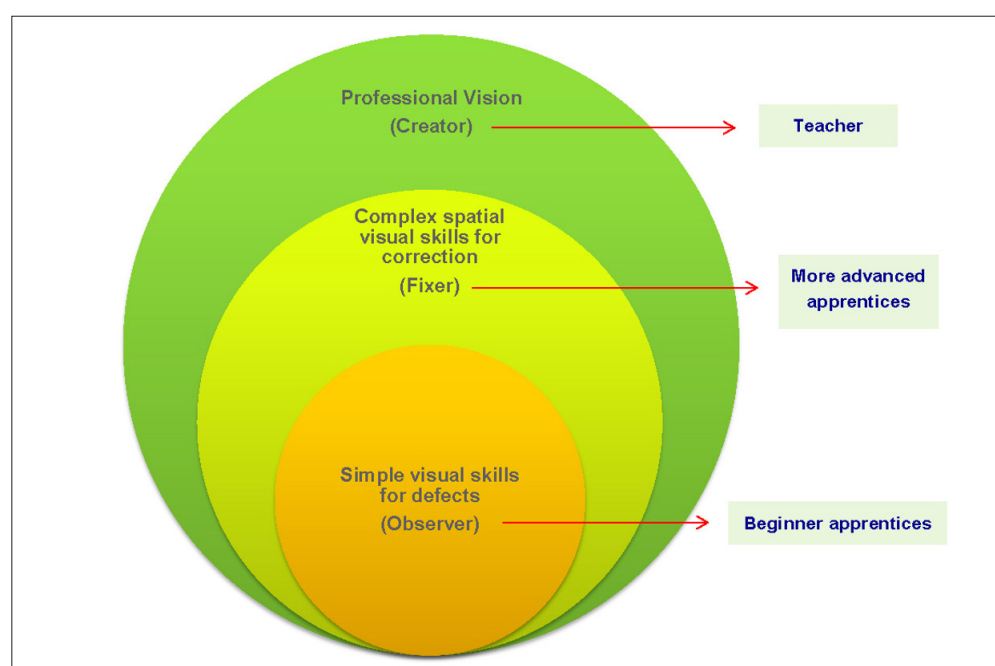
Durante lo studio dell’osservazione, diversi studiosi hanno indagato se esperti e principianti procedano nello stesso modo nell’esercizio della loro professione. Negli ultimi anni, ciò è stato ulteriormente potenziato dalla disponibilità di tecnologie e tecniche di eye tracking che consentono di seguire e tracciare lo sguardo di un soggetto. Diversi settori professionali hanno beneficiato di questi studi – che si sono sempre concentrati sulle professioni impiegate. In altre parole, poca o nessuna attenzione è stata dedicata alla formazione professionale. Ciò è del tutto inspiegabile se si considera la centralità della capacità di osservazione in molte professioni artigianali e industriali. Questo aspetto ci è stato confermato anche dall’analisi di diversi piani di formazione professionale di base. La nostra attenzione si è inizialmente focalizzata sulle sarte o creatrici d’abbigliamento.

Nella professione del fashion design sono importanti buone capacità di osservazione che aiutano gli stilisti ad analizzare con precisione un capo d’abbigliamento, portando alla creazione di un buon prodotto. Creando e riproducendo nuovi abiti, gli stilisti devono individuare specifiche informazioni visive, solitamente rappresentate da un’immagine o da quello specifico disegno tecnico chiamato «cartamodello» (pattern).

Nel primo studio (Caruso et al., 2017) abbiamo chiesto a un gruppo di dieci insegnanti e a un gruppo di 71 persone in formazione di comunicarci a quali informazioni visive prestassero attenzione durante l’analisi e la creazione degli abiti. Abbiamo considerato gli insegnanti come professionisti esperti perché, in questo caso, le scuole di fashion design agiscono anche come aziende, realizzando abiti per clienti esterni e perché i docenti coinvolti sono ancora o sono stati professionisti. I risultati mostrano che le creatrici d’abbigliamento considerano tre tipi principali di informazioni visive quando osservano gli indumenti: 1) i dettagli e i motivi necessari per riprodurre gli abiti; 2) i difetti di fabbricazione, qualità e vestibilità; 3) le caratteristiche del corpo del cliente. Tuttavia, la misura con cui i principianti e gli esperti prestano attenzione a queste tre categorie differisce tra i due gruppi. Prima di commentare questo aspetto, aggiungiamo un secondo elemento: per misurare una possibile differenza tra i due gruppi, li abbiamo anche sottoposti a un test. Abbiamo mostrato ai partecipanti

una serie di dieci foto comprendenti diverse categorie di difetti e abbiamo chiesto loro di compilare una tabella, indicando per ciascuna foto 1) le categorie di difetti individuati; 2) la descrizione dei difetti; e 3) le eventuali correzioni. Dall'analisi è emersa l'esistenza di differenze significative non solo tra insegnanti e allievi durante l'osservazione delle immagini degli indumenti ma anche tra gli allievi, a seconda del loro anno scolastico: i più anziani tendono a comportarsi più come gli esperti (cfr. tabelle 5-1 e 5-2 in Appendice per i dati statistici).

Il quadro completo è rappresentato nella figura 5-1. Esaminando le informazioni visive relative alla professione, gli insegnanti si sono concentrati sull'individuazione dei dettagli e dei motivi utili per la realizzazione degli abiti, disassemblando mentalmente l'immagine e utilizzando le loro conoscenze pregresse per capire ciò che osservavano e per prevedere la procedura di lavoro necessaria. Gli studenti, invece, si sono concentrati sull'individuazione dei potenziali difetti degli abiti definitivi; la loro limitata conoscenza tecnica li ha portati a concentrarsi maggiormente su elementi facilmente visibili – come i difetti – e ha impedito loro di individuare altre informazioni più rilevanti (ad esempio tipi diversi di cartamodello) o di collegare tali informazioni ad azioni specifiche richieste nella pratica per produrre un indumento.



**Figura 5-1** - L'evoluzione dell'osservazione tra le creatrici d'abbigliamento

L'osservazione professionale degli abiti è un processo olistico che coinvolge complesse capacità cognitive; i principianti possono solo individuare i difetti ma non riconoscerne l'origine. Mentre progrediscono nella loro formazione, tuttavia, iniziano a riflettere sulle correzioni per risolvere i problemi. Inoltre, una componente fondamentale di una visione professionale per le creatrici d'abbigliamento è l'abilità visuo-spaziale di trasformare mentalmente una forma tridimensionale (ad esempio l'indumento) in un'immagine bidimensionale (ad esempio un cartamodello) e viceversa. Si tratta di un'abilità ancora più specifica che distingue gli esperti dai principianti.

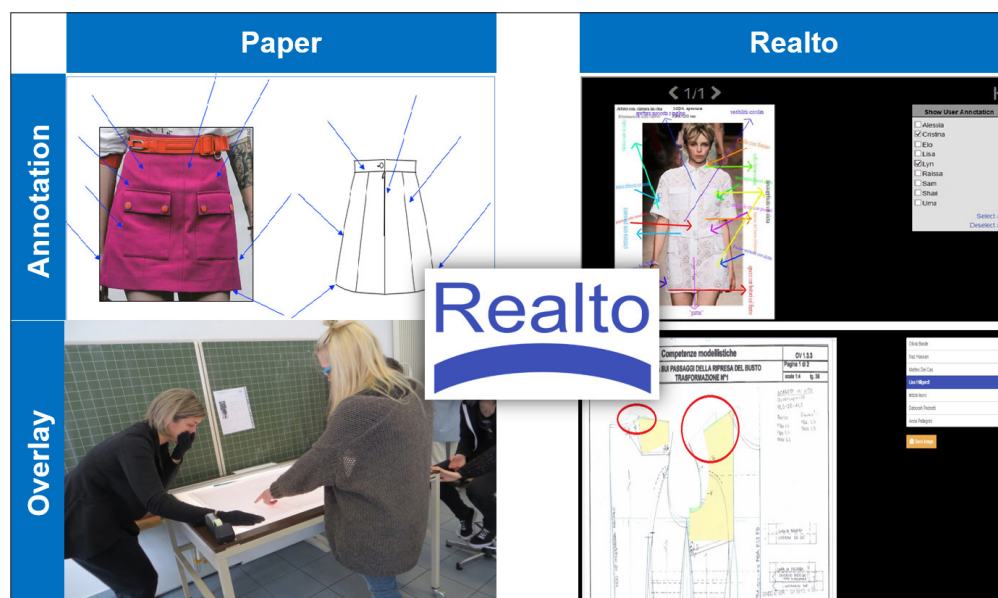
## Come sviluppare al meglio le capacità di osservazione?

Anche se si tratta di un chiaro obiettivo della formazione, né nel curriculum delle creatrici d'abbigliamento né in quello di altre professioni della formazione professionale di base viene definita una procedura chiara che consenta alle persone in formazione l'acquisizione di tali capacità. Gli insegnanti, pertanto, tendono a sviluppare il proprio materiale e la propria strategia per cercare e far sì che ciò avvenga. Ne abbiamo discusso ulteriormente con alcuni di loro, con l'idea di studiare come le scienze della formazione e le tecnologie per l'apprendimento potrebbero contribuire ad accrescere il potenziale della loro strategia e del loro materiale per sviluppare la visione professionale delle persone in formazione. I tre esempi seguenti illustrano i risultati di questa collaborazione.

Il background teorico delle attività deriva da principi semplici ma potenti delle scienze della formazione quali il principio di segnalazione della teoria cognitiva dell'apprendimento multimediale di Mayer (2001, 2014) e il già citato principio relativo al confronto di casi di Bransford et al. (2000). Nel primo caso abbiamo condotto un esperimento con uno strumento di eye-tracking (Coppi et al., 2021) per valutare l'efficacia di indicatori visivi per focalizzare l'attenzione degli studenti su elementi specifici di un indumento. Nonostante la nostra ipotesi con dettagli più elaborati non sia stata del tutto confermata e alcune difficoltà legate alla natura dello studio – realizzato in un contesto scolastico reale – è possibile confermare un effetto generale degli indicatori visivi.

### Esempio 1. Annotazione di immagini con creatrici d'abbigliamento

Proseguendo la collaborazione con le creatrici d'abbigliamento, abbiamo iniziato osservando alcune delle attività svolte a scuola e individuato due pratiche comuni legate all'analisi dei capi e dei loro cartamodelli. Insieme a Prisca Cattani – docente della scuola di Viganello – e a Sabrina Solari – docente della scuola di Biasca – abbiamo discusso di come queste attività potessero beneficiare della tecnologia e abbiamo co-progettato due scenari supportati da Realto, da contrapporre a quelli tradizionali (figura 5-2).



**Figura 5-2** - Esempi di attività incentrate sul rafforzamento delle capacità di osservazione degli apprendisti creatori d'abbigliamento, utilizzando Realto o solo il formato cartaceo.

Il primo scenario riguardava *cartamodelli sovrapposti*. Era uno scenario che Prisca e Sabrina stavano già utilizzando con carta e matita. In questo compito, agli studenti viene chiesto di adattare un cartamodello di una gonna alle esigenze di un ipotetico cliente lavorando su di esso individualmente. I cartamodelli degli studenti vengono poi stampati su lucidi, in modo da poterli proiettare su un tavolo luminoso attorno al quale gli studenti possono riunirsi. Il cartamodello del docente viene posto sullo sfondo, come modello, permettendo agli studenti di identificare e commentare gli errori nonché di discutere su come correggerli e come rispettare le richieste dei clienti. In questa versione dell'attività non si possono sovrapporre più di due o tre disegni. L'insegnante deve costantemente modificare i disegni sovrapposti non appena vengono discusse nuove idee. Abbiamo deciso di implementare lo stesso scenario utilizzando Realto. Agli studenti è stato affidato lo stesso compito ma, invece di consegnare fisicamente i loro risultati al docente, li hanno proposti online su Realto. Realto ha quindi automaticamente reso semitrasparenti i cartamodelli, permettendo all'insegnante di mostrarli e rimuoverli da ciò che proiettava all'intera classe semplicemente cliccando sui nomi degli autori nell'elenco dei nomi che appare a destra dello schermo (cfr. figura 5-2 in basso a destra).

Il secondo scenario si concentra sul riconoscimento di diverse parti di un capo di abbigliamento (ad esempio una gonna o un pantalone) e sull'individuazione dei difetti di fabbricazione rilevabili nella foto. Nella condizione con carta e matita, gli studenti ricevono due immagini di un capo (fronte e retro) su carta e devono dapprima identificare ciascuna parte dell'indumento utilizzando una matita colorata per disegnare le frecce e poi indicare eventuali difetti di fabbricazione utilizzando frecce, cerchi e testi. L'insegnante può mostrare alla classe l'immagine annotata di un singolo studente per mezzo di un proiettore e discutere nuovamente con loro, analizzando il capo di abbigliamento e guidando le osservazioni degli studenti. La soluzione con carta e matita costringe l'insegnante a mostrare un foglio alla volta, mentre la soluzione basata su Realto permette di sovrapporre contemporaneamente sullo schermo della classe più immagini annotate. L'insegnante può quindi mostrare o nascondere il lavoro di qualsiasi studente a tutta la classe spuntando il nome dello studente nella casella a destra. I livelli selezionati vengono visualizzati uno sopra l'altro, di modo che le annotazioni corrispondenti possano apparire sulla stessa immagine (risultante) (figura 5-2 in alto a destra).

Entrambe le attività sono state introdotte in sette classi diverse provenienti da due scuole diverse. Quando possibile, le attività sono state filmate e registrate per l'analisi. Complessivamente (per i dettagli, cfr. Caruso et al., 2017), i dati hanno mostrato che gli studenti hanno espresso osservazioni più spontanee con Realto rispetto a quando hanno utilizzato carta e matita e che il suo uso ha reso gli studenti più attivi e spontaneamente impegnati nel compito rispetto all'uso di carta e matita (cfr. tabelle 5-3 e 5-4 in Appendice per i risultati statistici).

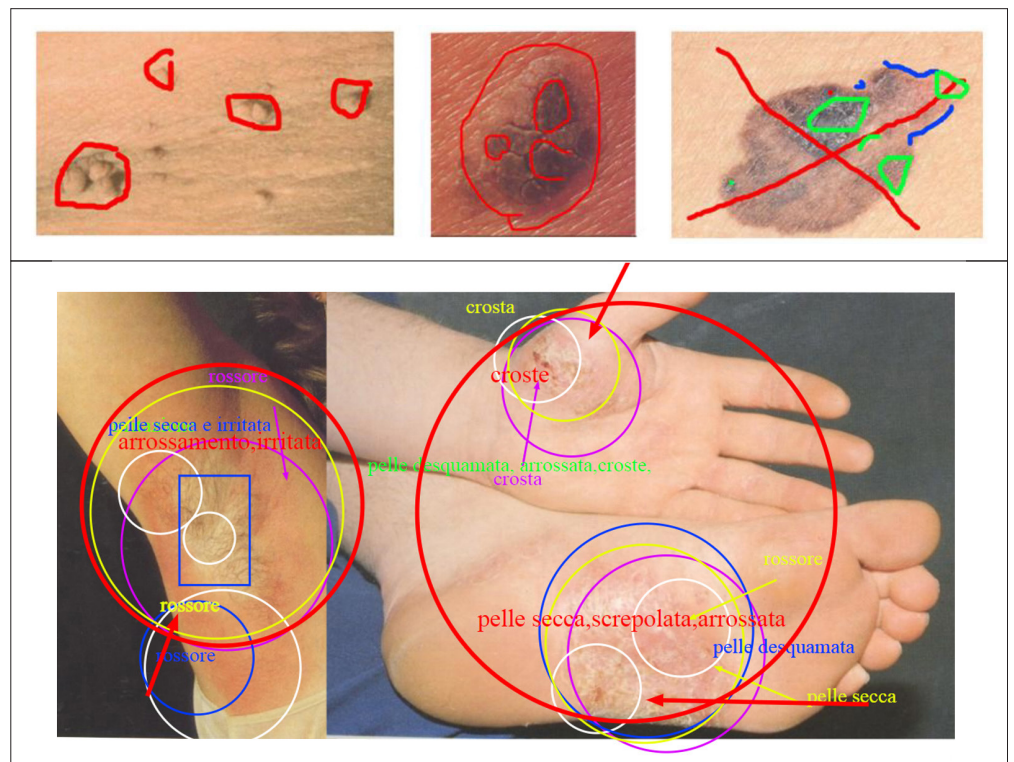
Oltre a questi risultati, interviste con docenti e studenti ci hanno permesso di individuare i benefici percepiti dall'utilizzo di Realto. Per gli insegnanti, si è trattato di: (1) incoraggiare attività didattiche creative che generalmente non sono possibili con altre tecnologie «generiche», (2) sostenere in modo più semplice e più efficace la correzione dei compiti, risparmiando tempo, (3) focalizzare l'attenzione degli studenti con funzioni di ricerca fornite dallo strumento di annotazione, (4) coinvolgere gli studenti in varie attività visive e (5) migliorare la qualità dei materiali didattici.

Gli studenti, da parte loro, hanno particolarmente apprezzato la possibilità di apprendere tramite la condivisione e l'osservazione, ottenere un feedback visivo immediato e la possibilità di rivedere facilmente i loro materiali didattici archiviati sulla piattaforma.

Dopo queste attività, le creatrici d'abbigliamento hanno continuato a utilizzare Realto in modo autonomo, integrando progressivamente l'uso della documentazione dell'apprendimento (cfr. Cattani, 2021; Basile, 2021 per ulteriori attività didattiche implementate a scuola).

## Esempio 2. Annotazione di immagini con estetiste

Una seconda esperienza si è svolta all'interno della professione di estetista, per la quale la capacità di osservazione è altrettanto importante. Le estetiste devono imparare a effettuare analisi cutanee per identificare la maggior parte delle malattie cutanee e per fornire cure adeguate, nonché a distinguere le anomalie gravi che richiedono un intervento medico da quelle lievi. Osservando alcune delle loro lezioni, ci siamo resi conto ancora una volta che alcune delle attività già svolte nelle classi normali potevano essere valorizzate dall'uso di Realto – attraverso indicatori visivi – coniugando nuovamente l'uso delle annotazioni con la descrizione dell'immagine (abbiamo parlato della descrizione come primo passo di un processo profondo, riflessivo, analitico). Rispetto alle attività promosse nella scuola delle creatrici d'abbigliamento, abbiamo potuto predisporre uno svolgimento più lungo e articolato e differenziare meglio, in uno scenario di apprendimento, le annotazioni eseguite dal docente quale strumento didattico dalle annotazioni eseguite direttamente dagli studenti. Per quasi un intero semestre, Claudia Berri e Luisa Brogginì hanno proposto attività per un'intera classe che ci è servita da gruppo sperimentale. Le loro lezioni, condotte con Realto, sono state organizzate sulla base di tre fasi principali: 1) hanno presentato agli studenti immagini di anomalie cutanee caricate in Realto e le hanno annotate direttamente (ad esempio con cerchi e frecce) per spiegare come identificare anomalie specifiche e come distinguerle da altre simili; 2) hanno chiesto agli studenti di annotare una seconda serie di immagini utilizzando Realto e di scrivere una descrizione professionale per ciascuna immagine; 3) infine hanno mostrato alla classe le annotazioni degli studenti (cfr. figura 5-3) – approfittando anche della funzione di Realto che permette loro di sovrapporre più immagini (si veda sopra) – e le hanno corrette con gli studenti stessi.



**Figura 5-3** • Annotazioni sovrapposte degli insegnanti (sopra) e degli studenti (sotto).

A differenza del gruppo di riferimento, che guardava solo le immagini senza annotarle, abbiamo potuto constatare che l'approccio basato su Realto era efficace per sostenere gli studenti nella scrittura di descrizioni migliori e più lunghe. Gli studenti hanno anche percepito l'uso delle annotazioni e delle descrizioni come uno strumento molto efficace e utile per sviluppare le loro capacità di osservazione, senza però distinguere tra l'efficacia delle annotazioni del docente e quelle da loro autogestite (cfr. Coppi & Cattaneo, 2021 per maggiori dettagli).



### Esempio 3. Annotazione video tra le professioni

Finora ci siamo occupati solo di immagini. Tuttavia, le annotazioni possono rivelarsi molto utili anche quando applicate ai video, soprattutto per riflettere su ciò che il video mostra nella sua quantità di dettagli (Evi-Colombo et al., 2020).

Avevamo già utilizzato l'annotazione video con una dozzina di classi di impiegati di commercio in una precedente fase di Dual-T (cfr. Cattaneo & Boldrini, 2016). Alle classi è stato chiesto di simulare le consulenze ai clienti e di registrarle (raccolgierle) in video. In seguito, le classi hanno dovuto rivedere i loro video e rintracciare quelle che consideravano cattive pratiche di consulenza (sfruttamento attraverso la riflessione). Grazie all'utilizzo dello strumento di annotazione video che abbiamo fornito loro, hanno potuto contrassegnare questi passaggi direttamente nel filmato. Lo studio mirava a dimostrare l'efficacia dell'apprendimento dagli errori rispetto all'apprendimento dalla mera analisi dei comportamenti corretti. I risultati sono stati positivi e altre esperienze come questa sono state proposte in diversi programmi.

Dove una definizione più riduttiva considera l'annotazione come il risultato di un'attività di scrittura, una definizione più ampia considera l'annotazione video come un processo che arricchisce il video con materiali aggiuntivi, ad esempio tramite collegamenti ipertestuali, per costruire un ipervideo (Cattaneo et al., 2018; Sauli et al., 2018). Vogliamo citare brevemente altre due esperienze in tal senso, la prima con gli studenti infermieri, la seconda con gli apprendisti cuochi. Nel primo caso, le infermiere e gli infermieri dovevano imparare a inserire un catetere vescicale. Per raccogliere le loro esperienze, abbiamo registrato la loro pratica simulata con i manichini. Nel secondo caso, alcune persone in formazione hanno realizzato video autentici sul posto di lavoro, utilizzati come base per uno scenario scolastico. I video trattavano il tema «creme di base». In entrambi i casi, gli studenti hanno lavorato in gruppo, con il compito di arricchire il video grezzo e preparare un ipervideo contenente tutte le informazioni importanti per imparare e gestire concretamente la procedura. Disponevamo di un vero gruppo di controllo con gli infermieri, mentre non l'avevamo con i cuochi. Per tutte le specifiche, cfr. Evi-Colombo et al. (2021) e Gianetti (2021). La principale conclusione da evidenziare in questa sede è l'elevata efficacia di tale approccio di apprendimento basato sulla progettazione collaborativa.

Attraverso il nostro lavoro in diversi campi abbiamo scoperto che, nelle situazioni didattiche, l'annotazione delle immagini ha principalmente tre funzioni: (a) *evidenziare* una peculiarità di un oggetto, di uno strumento o di una situazione mostrata nell'immagine, (b) *etichettarla* in modo da aumentarne la comprensione e la memorizzazione da parte dello spettatore e (c) *educare l'osservazione dello spettatore* in modo che impari la maniera appropriata e professionale di guardare le cose.

**Annotazioni per evidenziare le particolarità** di una data situazione o di un dato elemento **e indirizzare l'attenzione dello spettatore** verso un punto specifico dell'immagine. Abbiamo visto che questa funzione è stata utilizzata soprattutto dagli insegnanti che volevano far notare specifici problemi di un indumento (creatrici d'abbigliamento), far sì che gli studenti prestassero attenzione ai primi segni di una data malattia (estetiste e giardinieri) o a un potenziale rischio in un progetto di costruzione (costruttori stradali). Siamo tuttavia convinti che si potrebbe ricorrere a questa funzione in molte altre situazioni di formazione professionale. Gli insegnanti potrebbero scegliere di effettuare le annotazioni sulle immagini mostrate agli studenti o di chiedere loro di annotare l'immagine fornita, con un impatto equivalente sull'apprendimento e la motivazione delle persone in formazione (Coppi & Cattaneo, 2021).

Naturalmente, si può usare l'annotazione per svolgere tale funzione su qualsiasi immagine in qualsiasi formato; l'immagine non deve essere presentata su uno schermo né l'attività deve essere svolta su supporto tecnologico. Qualsiasi disegno o fotografia può servire da base per tale attività. Basta solo copiarlo e distribuirlo agli studenti. Gli insegnanti con cui abbiamo lavorato, tuttavia, hanno riconosciuto che il potenziale didattico dell'annotazione era molto più ricco, più rapido e più economico grazie alla tecnologia rispetto all'uso di carta e matita. La tecnologia ha permesso la proiezione sullo schermo dell'aula delle immagini annotate inviate da ogni studente,

la loro sovrapposizione l'una sull'altra, nonché il loro confronto in modo più convincente selezionando e deselegionando il lavoro di qualsiasi studente per enfatizzarne le somiglianze o le differenze.

**Annotazione per facilitare la comprensione e stimolare il ricordo.** Questa funzione è particolarmente evidente nelle attività degli insegnanti che prevedono l'etichettatura delle diverse parti di un oggetto e delle diverse componenti di una situazione; spesso gli insegnanti ricorrono a tale funzione introducendo essi stessi le etichette su una determinata immagine o chiedendo agli allievi di aggiungere etichette a un'immagine che viene loro mostrata. Quest'attività è considerata dagli insegnanti un modo proficuo per stimolare l'acquisizione del vocabolario tecnico di ciascuna professione e che ogni professionista operante in quel campo dovrebbe padroneggiare; rappresenta tuttavia anche un buon modo per accrescere il riconoscimento dei pattern e il pensiero tecnico dell'allievo. Anziché i nomi, a volte gli insegnanti hanno chiesto di numerare le etichette, in modo da indicare l'ordine in cui i pezzi andavano montati (operatori di edifici e infrastrutture) o assemblati (creatrici d'abbigliamento). In alcuni casi, le etichette dovevano avere frecce indicanti la direzione di scorrimento dell'acqua (idraulici) o di rotazione di una puleggia (meccanici).

Anche in questo caso, la tecnologia non è necessaria per ottenere tale funzione di annotazione. Gli insegnanti hanno tuttavia riconosciuto che la riproduzione su supporti tecnologici amplia il potenziale di tali attività, permettendo ad esempio all'oggetto rappresentato nell'immagine di ruotare sullo schermo, con le etichette che si muovono di conseguenza, o di annotare una situazione in evoluzione visualizzata in un video. Quando il compito consiste nel prevedere la direzione di un flusso o la rotazione di una puleggia, la tecnologia batte ancora una volta la carta permettendo agli studenti di ricevere un feedback immediato sulla veridicità della loro previsione attraverso l'animazione o facendo scorrere il video.

**Annotazione per educare all'osservazione** (in modo specifico alla professione). In un certo senso, questa terza funzione dell'annotazione dell'immagine è l'obiettivo finale delle altre due funzioni. Abbiamo appreso che l'uso di immagini ha un impatto sulla competenza di osservazione degli studenti: la converte in una visione professionale, cioè trasforma progressivamente il modo piuttosto ingenuo dei principianti di vedere le cose in ciò che fanno i professionisti quando si trovano di fronte a un'immagine o un oggetto nella loro attività professionale. I problemi cutanei tendono ad apparire più frequentemente in alcuni punti del viso o del corpo umano. Ma guardare solo quei punti non è una garanzia che non si stia sviluppando alcun problema cutaneo pericoloso. Le creatrici d'abbigliamento professioniste sanno bene che il luogo in cui si manifesta un difetto, nella «caduta» di un abito o di un paio di pantaloni, può non rappresentare l'origine del problema. Poter determinare con esattezza come il capo sia stato realizzato o le cause di una specifica patologia aiuta chiaramente il professionista a indirizzare la propria osservazione non solo sui punti critici ma anche a condurre un'osservazione più approfondita sull'intero capo, su tutto il corpo del cliente.

## In conclusione

Questa parte del progetto Dual-T ha confermato che l'osservazione può essere modellata e plasmata per divenire più professionale e che l'annotazione delle immagini, soprattutto se supportata da adeguate tecnologie di apprendimento come quella fornita da Realto, può contribuire in modo decisivo al raggiungimento di tale obiettivo in molti ambiti professionali.

Naturalmente, i principianti potrebbero probabilmente imparare a rimodellare la loro inesperta osservazione guardando molte foto, con o senza le annotazioni di un professionista. Usare le tecnologie in questo ambito si è nuovamente dimostrato più motivante e più efficiente della semplice consegna delle foto. Sia i docenti sia gli studenti hanno molto apprezzato il regolare confronto della propria visione con quella dell'insegnante o dei compagni di classe, la possibilità di concentrarsi facilmente su aspetti specifici dell'immagine o di allontanarsi e accedere a un'immagine più gene-

rile dell'abbigliamento o della forma del corpo del cliente; inoltre, si è rivelato un potente strumento didattico per trasmettere e affermare tra gli studenti una visione professionale nel rispettivo settore.

Poiché l'acquisizione di una visione professionale è una competenza critica da padroneggiare in molte professioni e molti settori, lo sviluppo di strumenti che arricchiscano gli scenari didattici basati sull'annotazione è sicuramente una direzione da considerare a fondo nella riflessione sull'uso delle tecnologie per l'apprendimento nella formazione professionale di base.

## Appendice

Comparisons	Total Defect Mean Difference	SE	95% CI		Hedges' g
			LL	UL	
First-year vs Second-year	-.32*	.11	-.61	-.05	-0.52
First-year vs Third-year	-.03	.13	-.35	.30	-0.04
Second-year vs Third-year	-.31	.14	-.05	.66	0.53
First-year vs Teacher	-3.18*	.23	-3.8	-2.57	-4.48
Second-year vs Teacher	-2.87*	.23	-3.49	-2.22	-3.31
Third-year vs Teacher	-3.17*	.25	-3.82	-2.5	-4.2

\*  $p < 0.05$

**Tabella 5-1** • Test di confronto di Bonferroni sui difetti (punti z) individuati dai partecipanti.

Comparisons	Total Defect Mean Difference	SE	95% CI		Hedges' g
			LL	UL	
First-year vs Second-year	-.19*	.08	-.38	-.01	-0.52
First-year vs Third-year	-.34*	.08	-.55	-.13	-0.91
Second-year vs Third-year	-.15	.09	-.38	.08	-0.38
First-year vs Teacher	-3.69*	.17	-4.13	-3.23	-6.8
Second-year vs Teacher	-3.48*	.18	-3.95	-3.01	-5.42
Third-year vs Teacher	-3.35*	.18	-3.83	-2.86	-4.52

\*  $p < 0.05$

**Tabella 5-2** • Test di confronto di Bonferroni sulle correzioni (punti z) suggerite dai partecipanti.

Item	Condition	Frequency	Mean duration (seconds)	SD	t	df	Cohen's d	Total duration (seconds)
Student's Interjection	Paper	25	4.81	4.08	-1.13	46	-0.33	120.35
	Tech	23	6.29	4.95				144.59
Spontaneous Observation	Paper	28	2.89	1.50	-4.82*	66	-1.28	81.01
	Tech	40	13.96	12.05				558.35
Induced Observation	Paper	47	2.80	1.58	-5.86*	66	-1.25	131.79
	Tech	21	7.87	5.48				165.32
Teacher's Explanation	Paper	38	13.22	9.47	2.49*	66	0.62	502.09
	Tech	30	8.37	5.44				251.06

**Tabella 5-3** • Eventi in aula nelle modalità cartacee e con Realto per lo scenario di sovrapposizione.

Item	Condition	Frequency	Mean duration (seconds)	SD	t	df	Cohen's d	Total duration (seconds)
Student's Interjection	Paper	12	5.57	4.96	0.78	55	0.03	66.94
	Tech	45	5.46	4.30				245.98
Spontaneous Observation	Paper	3	6.00	4.26	-.312	10	-0.20	18.00
	Tech	9	6.79	3.65				61.09
Induced Observation	Paper	15	3.91	5.93	.181	25	0.08	58.55
	Tech	12	3.58	1.95				42.96
Teacher's Explanation	Paper	23	13.34	13.57	-.731*	54	-0.20	306.61
	Tech	33	16.11	14.29				531.62

**Tabella 5-4** • Eventi in aula nelle modalità cartacee e con Realto per lo scenario di riconoscimento (annotazione).

## Capitolo 6

# Manipolare l'esperienza: la storia degli impiegati di logistica

Pierre Dillenbourg, Patrick Jermann, Guillaume Zufferey

Fino a questo punto del libro abbiamo discusso principalmente il divario di connettività tra i diversi luoghi del sistema duale di formazione professionale di base e i nostri approcci tecnologici per colmarlo. A partire da questo capitolo, l'attenzione si sposta su un'altra lacuna che abbiamo individuato nella formazione professionale di base e che definiamo divario di competenze. Come indicato nell'introduzione, il divario di competenze è uno degli attuali problemi del sistema duale di formazione professionale di base. Basandosi su ciò che vedono sul posto di lavoro, molti apprendisti non percepiscono le conoscenze più teoriche acquisite a scuola come utili o pertinenti per il loro lavoro, mentre molte delle competenze richieste agli studenti sul posto di lavoro non vengono trattate a scuola. Naturalmente, il nostro obiettivo non è quello di eliminare questo divario di competenze, poiché ciò renderebbe superflui la scuola o il posto di lavoro. Il nostro obiettivo è piuttosto quello di sviluppare tecnologie per colmare tale divario di competenze aiutando gli studenti a creare collegamenti tra ciò che stanno imparando a scuola e sul posto di lavoro. Idealmente, li renderebbe in grado di comprendere perché ciò che viene trattato a scuola abbia un senso per il loro lavoro, pur non essendo in grado di collegarlo a ciò che effettivamente fanno sul posto di lavoro.

Questo passaggio dal divario di connettività a quello di competenze ci permette di fare un passo indietro. In realtà, i progetti dedicati a colmare il divario di connettività e quelli dedicati a colmare il divario di competenze si sono svolti in parallelo. Torniamo quindi all'inizio del progetto Dual-T per raccontarvi la storia di come abbiamo scoperto il divario di competenze e di come abbiamo iniziato a sviluppare e valutare le tecnologie per colmarlo.

### Un inizio imbarazzante

Avete mai sentito parlare di serendipità nella ricerca? Al momento della presentazione di una proposta per ottenere questa leading house, il nostro laboratorio EPFL aveva ottenuto interessanti risultati sulle tecnologie di localizzazione per la risoluzione dei problemi di gruppo (Nova et al., 2005). Abbiamo seguito questa linea quando abbiamo fatto domanda per ottenere il finanziamento per questa leading house a seguito di un annuncio da parte della SEFRI. L'idea era quella di fornire agli apprendisti una geo-visualizzazione dei flussi di merci e persone in un magazzino tipico. Abbiamo ottenuto i fondi ma ci siamo rapidamente allontanati dal piano originale. Perché? Non avendo molta familiarità con questo contesto professionale, Patrick Jermann e Guillaume Zufferey hanno iniziato il loro lavoro effettuando visite a diversi magazzini e chiedendo agli apprendisti e ai loro capi di descrivere le loro attività quotidiane. Grazie a Michel Tatti, direttore della scuola professionale di Yverdon (Vaud), hanno anche intervistato diversi insegnanti: due di loro – Jacques Kurzo e André Ryser – sono rimasti coinvolti nel progetto.

Un interessante risultato delle visite sul posto di lavoro è stato che gli apprendisti che lavorano in piccoli magazzini con uno o due dipendenti (ad esempio grossisti di materiali edili) affrontano problemi logistici più spesso di quelli che lavorano in magazzini completamente automatizzati come, ad esempio, in alcune grandi aziende. I primi si trovano a dover riflettere su alcuni principi di ottimizzazione cercando di riporre i prodotti venduti più spesso vicino alla piattaforma di consegna degli autocarri. Il secondo gruppo scansiona perlopiù i codici delle merci in entrata e in uscita dal magazzino. È risaputo che la tecnologia abbia un potenziale effetto dequalificante.

L'ottimizzazione dello stoccaggio in magazzino è una competenza che gli impiegati di logistica devono acquisire (è un obiettivo dell'ordinanza federale). Raramente però la praticano sul posto di lavoro: non capita spesso che un magazzino debba essere completamente riorganizzato e, in tal caso, è il responsabile del magazzino a ripen-

sare l'organizzazione, non l'apprendista. Nei magazzini visitati, per essere efficaci gli apprendisti dovevano operare rapidamente. Non riorganizzavano. Spetta quindi alla scuola fornire agli apprendisti le debite competenze di cui potrebbero aver bisogno più avanti nella loro carriera – quando acquisiranno maggiori responsabilità – e non solo quelle necessarie durante l'apprendistato. Gli insegnanti hanno confermato che la logistica è, quindi, piuttosto difficile da insegnare. Non solo la logistica è abbastanza astratta ma, poiché gli apprendisti non ricorrono a queste competenze durante la loro settimana, esse danno a malapena senso ai principi logistici trattati dagli insegnanti. Gli insegnanti ci hanno chiesto se potevamo fare qualcosa per ovviare a tale divario di competenze e se esistesse una soluzione tecnologica.

Guillaume e Patrick hanno discusso molto con gli insegnanti di logistica per co-progettare l'attività e la tecnologia. Molti studiosi hanno una visione semplice della coprogettazione quando richiedono agli insegnanti ciò di cui hanno bisogno. Tuttavia, la coprogettazione non è un processo a senso unico. È un continuo scambio di idee tra ricercatori e insegnanti, un processo interattivo e talvolta frustrante di affinamento delle idee. A volte però scatta qualcosa. Un giorno, Patrick e Guillaume incontrarono i due insegnanti di logistica di Yverdon con i due piccoli scaffali di legno che avevano costruito. Ciò sbloccò il processo di coprogettazione. Avere a disposizione qualcosa di concreto ha permesso agli insegnanti di suggerire attività concrete. Di conseguenza, abbiamo costruito quel che abbiamo chiamato «TinkerTable» (figura 6-1), un primo tentativo di simulazione di un magazzino dalle potenzialità «aumentate».



Figura 6-1 • TinkerTable, il predecessore della TinkerLamp

Il TinkerTable era un sistema di realtà aumentata (AR) composto da un tavolo da 2,5 x 1,5 m rivestito da una lavagna bianca, e da un'armatura alta 2,7 m con una telecamera, un proiettore e uno specchio. L'aggettivo «aumentata» si riferisce a come l'informazione digitale si sovrappone agli oggetti reali o alle loro immagini. Il proiettore invia informazioni visive sugli scaffali (che rappresentano il contenuto di tali scaffali) e sul tavolo (il movimento dei carrelli elevatori). Il proiettore è contenuto nel TinkerTable e gli specchi aumentano la distanza focale in modo da coprire la più ampia superficie del tavolo. Nel TinkerTable è inclusa una telecamera che legge, attraverso lo specchio superiore, i marcatori posti sulla parte superiore degli scaffali per posizionarli nello

spazio 2D. Un limite tecnico dell'AR consiste nell'allineare accuratamente le informazioni digitali con gli oggetti reali o con l'immagine reale. Oggi, la maggior parte dei sistemi AR sono tablet trasparenti (ad esempio, si guarda un dipinto e sul tablet vengono visualizzate le informazioni aggiuntive) e display sempre più economici montati sulla testa.

Nell'ambito dell'interazione uomo-computer (HCI), questo tipo di interfaccia viene definito «**interfaccia tangibile**»; nel nostro caso, gli utenti configurano il proprio magazzino spostandosi effettivamente tra gli scaffali fisici del tavolo (tracciati dalla telecamera) e non con semplici icone sullo schermo da spostare con un mouse, come spesso accade in una tradizionale simulazione al computer. Si tratta di un divertente ciclo storico poiché, dopo la comparsa delle interfacce di «manipolazione diretta» 40 anni fa, le icone hanno sostituito gli oggetti fisici (metafora del desktop, icona del cestino, 'windows'). In questo capitolo vedremo quanto contino le manipolazioni fisiche rispetto all'attività cognitiva dell'organizzazione di un magazzino.

Come noterete, la tecnologia era piuttosto ingombrante. C'era una sola stanza nella scuola abbastanza alta per ospitare questo dispositivo. Si sarebbe potuto anche mettere un tavolo in quella stanza ma il tavolo avrebbe accolto solo da sei a otto persone in formazione. Così, l'insegnante ha dovuto dividere la classe in due sottogruppi e coordinarsi con un collega per gestire la seconda metà della classe. Abbiamo quindi mantenuto l'idea del proiettore-telecamera ma passando a una versione più trasportabile.

## L'evoluzione della TinkerLamp

Abbiamo subito deciso di ridurre le dimensioni del sistema, in modo da poterlo collocare su qualsiasi scrivania. Poiché le classi di formazione professionale di base comprendono spesso una quindicina di studenti, la nostra intenzione era quella di collocare quattro sistemi più piccoli nella stessa classe, circondati da tre o quattro persone in formazione. In linea con i precedenti progetti realizzati nel nostro laboratorio, abbiamo chiamato questo sistema più piccolo «TinkerLamp». Tuttavia, è abbastanza difficile che due o quattro studenti interagiscano intorno a un computer. Molto spesso, una studentessa o uno studente prende la tastiera e il mouse e controlla la maggior parte dell'interazione, escludendone almeno uno o due dal circuito. Con un'interfaccia tangibile, tuttavia, per almeno tre studenti seduti attorno alla TinkerLamp il coinvolgimento nelle manipolazioni è stato abbastanza semplice. In altre parole, interfacce tangibili semplificano l'apprendimento collaborativo. Questo non è un argomento che intendiamo sviluppare in questo libro, ma Bertrand Schneider, che ha svolto la sua tesi di laurea con TinkerLamp, ha continuato questa linea di ricerca durante il suo dottorato di ricerca a Stanford (Schneider et al., 2018).

Dopo un prototipo troppo costoso abbiamo sviluppato diverse versioni, come illustrato nella figura 6-2, alcune (modelli 1,2,3) con uno specchio, il modello 4 senza specchi e il modello 5 con due specchi. Il modello 4 è stato il più economico e facile da calibrare (per via dell'assenza di specchi) ed è stato quindi utilizzato in molti degli esperimenti qui descritti. Il modello 5, quello commercializzato, è stato progettato da Katarina e Vincent Nanchen. Un video sul modello finale è disponibile su [www.youtube.com/watch?v=CYuDYWYxKb8&t=2s](https://www.youtube.com/watch?v=CYuDYWYxKb8&t=2s).

Il lettore potrebbe ritenere che la forma del dispositivo non abbia molta importanza rispetto alle attività cognitive innescate dalla simulazione del magazzino. Ciò non è del tutto falso ma alcuni fattori formali sono importanti per le attività quotidiane in aula. Ad esempio, gli apprendisti potevano più o meno nascondersi dietro il modello 3 (soprannominato «il Pinguino»), mentre per gli insegnanti era necessario mantenerli nella loro visuale. Il modello 4 è elegante ma ingombrante da riporre rispetto al modello 5, che può essere smontato in poche parti. Anche il modello 2 può essere ripiegato, un fattore utile quando si tratta di riporli negli armadi delle aule, ma è molto pesante. Alla fine del capitolo torneremo su queste considerazioni pratiche della vita scolastica nell'ambito del concetto di organizzazione in aula.





Figura 6-2 • Molteplici versioni della TinkerLamp

## La manipolazione conta?

Qual è la differenza cognitiva tra gli scaffali in plastica su un tavolo rispetto alle icone in movimento su un grande tablet posto sul tavolo? Questi piccoli scaffali in plastica non sono molto diversi dalle icone; sono visivamente molto diversi dagli scaffali reali e possono essere considerati come icone 3D. La manipolazione fisica degli oggetti ha importanza? Oggi sarebbe più semplice svilupparla come applicazione per iPad (apparso solo nel 2010, dopo che abbiamo sviluppato la nostra TinkerLamp).

Per prima cosa, abbiamo condotto un esperimento incentrato solo sulla manipolazione. Abbiamo dato ai partecipanti 40 layout da realizzare sulla TinkerLamp o su una superficie di un piano da noi progettata. Quest'ultima era fondamentalmente come un grande iPad che eseguiva la stessa applicazione della TinkerLamp. Tutti i 40 partecipanti sono stati significativamente più rapidi con l'interfaccia tangibile rispetto all'interfaccia del piano: in media, hanno impiegato circa cinque minuti in meno per spostare gli scaffali sulle 40 configurazioni rispetto all'interfaccia touch (Lucchi et al., 2010). Infatti, siamo abituati a manipolare oggetti su una superficie. Le persone in formazione potevano facilmente afferrare quattro o più scaffali e spostarli, o anche spostare un'intera fila di scaffali usando il braccio anteriore della lampada. In altre parole, gli oggetti tangibili hanno aumentato l'usabilità del compito. Non è grazie allo spostamento degli scaffali che si impara qualcosa. Si potrebbero spostare i pezzi degli scacchi in modo casuale sulla scacchiera senza mai imparare le regole o le strategie degli scacchi.

Per trasformare questa interfaccia in un ambiente di apprendimento sono stati necessari due elementi: una serie di attività da realizzare e un meccanismo di feedback. In primo luogo, i team di apprendisti hanno ricevuto una descrizione dell'esercizio, con il loro obiettivo stampato su un foglio di carta (figura 6-3 a sinistra) che aveva gli stessi marcatori visivi da posizionare da parte del sistema. La parte sinistra, posta fuori dal campo visivo della telecamera, comprendeva le istruzioni per gli esercizi degli apprendisti. La parte destra aveva la sezione di input/output. Gli apprendisti potevano, ad esempio, scegliere quale tipo di carrello elevatore sarebbe stato utilizzato nel riquadro inferiore («chariots élévateurs»), dato che diversi carrelli elevatori richiedono più o meno spazio per la rotazione. La selezione dell'opzione è stata effettuata spostando un elemento nero su di esso: è l'equivalente di un clic del mouse. Il foglio di carta è stato utilizzato anche per visualizzare il feedback, come la percentuale di superfici utilizzate (figura 6-3 a destra).

In secondo luogo, una volta giudicata soddisfacente la disposizione del magazzino, gli apprendisti potevano effettuare la simulazione. La TinkerLamp avrebbe orientato il movimento dei carrelli elevatori per trasportare scatole dall'autocarro agli scaffali e

viceversa. Potrebbero volerci ore, in un vero magazzino. Nella nostra simulazione, il processo viene drasticamente accelerato. La simulazione ha stimato le prestazioni del magazzino in tempo reale, vale a dire il tempo medio necessario per spostare una scatola dall'autocarro allo scaffale (cfr. box «Temps moyen par palette»). Le persone in formazione si sono divertite a confrontare le loro prestazioni con quelle dei loro vicini.

Perché diamo al lettore così tanti dettagli sull'interfaccia? Ogni simulazione computerizzata necessita di due spazi: lo spazio simulato stesso, dove il fenomeno viene manipolato e simulato (ad esempio, una camera con particelle in fisica) e uno spazio di controllo che fornisce funzionalità come eseguire, mettere in pausa, registrare un esperimento, cancellare o confrontare i risultati. Nelle simulazioni standard, questi due spazi sono due riquadri o finestre sullo stesso display. Nel nostro caso, poiché il piano è lo spazio simulato, abbiamo inventato un'interfaccia cartacea per le funzioni di controllo. In qualche modo, l'utilizzo di un'interfaccia tangibile ci ha costretto a completarla con un'interfaccia cartacea. Ulrich Hoppe, membro del nostro Comitato consultivo, ha messo in discussione la continuità di questi mezzi, ad esempio chiedendo se gli apprendisti avrebbero scritto a mano i risultati della simulazione sul foglio. È vero che, oggi, questi fogli potrebbero essere sostituiti da un tablet. Tuttavia, abbiamo scoperto diversi vantaggi per la carta: 1) gli apprendisti scrivono i loro migliori risultati sul foglio portandolo alla lavagna quando richiesto dall'insegnante; 2) la coprogettazione di questi fogli con gli insegnanti è abbastanza semplice: Patrick e Guillaume hanno semplicemente abbozzato la soluzione su carta; 3) gli insegnanti disponevano quindi di una cartella con molti esercizi che coprivano parzialmente il curriculum. Non c'era bisogno di login e password, né di trovare l'URL giusto: bastava selezionare il foglio del giorno nella propria cartella; 4) gli insegnanti potevano facilmente prendere appunti sui loro fogli master, ad esempio con interessanti valori di parametri, e fare copie per i colleghi. La carta è onnipresente nell'istruzione e ben si adatta alla routine scolastica per la conservazione, la distribuzione, la raccolta e la classificazione. La carta non è solo un retaggio dell'epoca pre-digitale: i fogli hanno interessanti proprietà di usabilità per le routine scolastiche. Ciò ha spianato la strada ad altri progetti che coinvolgono altre proprietà della carta: rotazione, piegatura e sovrapposizione (cfr. Bonnard et al., 2012a, 2012b)

Formation professionnelle initiale dans le domaine de la logistique  
SVBL/ASFL Enseignement professionnel spécifique Stockage

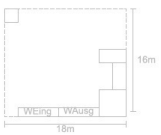
### 1. Locaux annexes

Sur la surface interactive, placez les locaux annexes comme indiqué sur le plan d'entrepôt ci-contre.

La position des locaux est reportée en temps réel sur le plan ci-contre, ce qui vous permet de contrôler que votre mise en place est correcte.

Fiche Simulation 1.5.1 (1/2)  
**Répartition des surfaces de stockage**

Plan de l'entrepôt



### 2. Surface brute de stockage

Le système affiche des informations sur la surface brute de stockage et le degré d'utilisation des surfaces. Recopiez ces valeurs.

Rappel:

Surface brute = longueur de l'entrepôt x largeur de l'entrepôt

Surface brute de stockage = surface brute - surface des locaux annexes

Surface brute = m<sup>2</sup>

Surface brute de stockage = m<sup>2</sup>

Degré d'utilisation des surfaces (1) =  $\frac{\text{Brute de stockage}}{\text{Brute}}$  = %

### 3. Surface nette de stockage

Placez maintenant 10 étagères dans l'entrepôt. Le système affiche des informations sur la surface nette de stockage et le degré d'utilisation des surfaces. Recopiez ces valeurs.

Observez comment ces valeurs changent lorsque vous rajoutez des étagères. Essayez de maximiser le degré d'utilisation.

La position des étagères est-elle importante?

Surface nette de stockage = m<sup>2</sup>

Degré d'utilisation des surfaces (2) =  $\frac{\text{Nette de stockage}}{\text{Brute}}$  = %

Degré d'utilisation des surfaces (3) =  $\frac{\text{Nette de stockage}}{\text{Brute de stockage}}$  = %

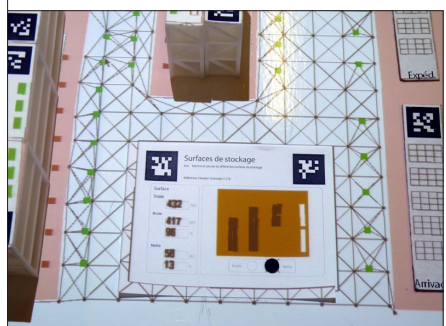
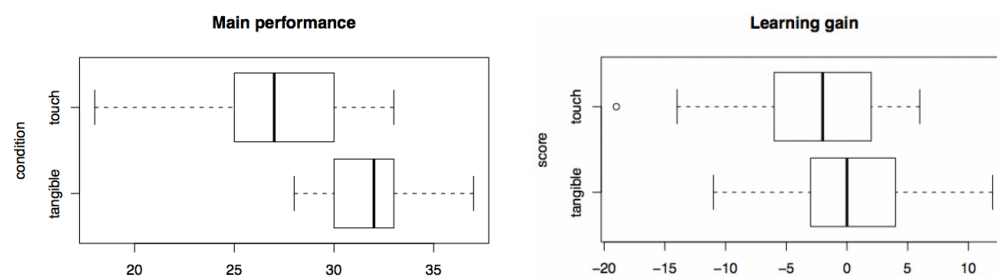


Figura 6-3 • Fogli di carta come input e output (da impostare)

Poiché l'ambiente di apprendimento è stato arricchito da attività e simulazioni, ci siamo posti la domanda fondamentale: questa manipolazione tangibile genera un margine di apprendimento migliore rispetto ad attività analoghe svolte in precedenza in queste classi? Abbiamo condotto un nuovo esperimento con 82 apprendisti della stessa scuola, alcuni dei quali hanno utilizzato l'interfaccia tangibile e altri l'interfaccia touch descritta in precedenza (Schneider et al., 2010). I partecipanti conoscevano bene l'ambiente 'Tinker', poiché lo avevano usato almeno una volta prima dell'esperimento. Abbiamo dato loro il seguente obiettivo: «Dovete realizzare un magazzino con il maggior numero di scaffali possibile. Questo è il vostro obiettivo primario. Inoltre, verrà valutata anche l'efficienza (vale a dire la distanza media tra ciascuno scaffale e le banchine di ricezione e di spedizione). Avrete circa 25 minuti per realizzare il vostro magazzino al fine di massimizzare lo spazio utilizzato. Cercate di rendere accessibile la maggior parte degli scaffali e di massimizzare lo spazio utilizzato.» Gli apprendisti lavoravano in gruppi di due persone. Abbiamo esaminato le prestazioni complessive del loro magazzino e la loro capacità di rispondere a domande logistiche in un pre-test e in un post-test. Sono stati utilizzati due criteri per valutare le prestazioni di ciascuna coppia: il numero di scaffali accessibili nel magazzino, calcolato automaticamente dal software, e la distanza media tra le banchine di spedizione e ricezione e ogni scaffale, ottenuta analizzando i registri.

Cosa abbiamo scoperto? Le persone in formazione nelle condizioni tangibili hanno ottenuto risultati migliori (cioè hanno realizzato layout di magazzino contenenti un numero significativamente maggiore di scaffali (figura 6-4 a sinistra)) e i magazzini da loro realizzati sono stati marginalmente più efficienti. Uno dei vantaggi degli scaffali 3D è che facilitano la stima della distanza tra gli scaffali in base alla loro altezza; forniscono una scala intuitiva che evita la realizzazione di scaffali inaccessibili.



**Figura 6-4** • Confronto degli apprendisti operanti con l'interfaccia tangibile o un'interfaccia multi-touch. Si noti che l'incremento nell'apprendimento potrebbe essere negativo poiché il post-test è risultato più difficile rispetto al pre-test.

Abbiamo trovato una differenza minore nei margini di apprendimento, calcolati sottraendo le prestazioni pre-test da quelle post-test. Il margine medio è stato di 0,43 per la condizione tangibile e di -2,5 per la condizione touch. Un'analisi multilivello ha prodotto un effetto significativo, confermando l'ipotesi che l'interfaccia tangibile avrebbe un impatto positivo sul margine di apprendimento (figura 6-4 a destra). Abbiamo analizzato se altre variabili potessero spiegare il vantaggio di una manipolazione tangibile. Abbiamo chiesto a tutti i partecipanti di valutare quanto fosse divertente la simulazione. Sorprendentemente, non è emersa alcuna differenza significativa tra le condizioni touch e tangibile. Inoltre, abbiamo verificato se la qualità della collaborazione fosse superiore nella condizione tangibile utilizzando lo schema di codifica sviluppato da Meier et al (2007) ma, ancora una volta, la differenza non si è rivelata significativa. La differenza principale tra le due condizioni è risultata essere la frequenza con cui le persone in formazione spostavano gli scaffali, vale a dire l'intensità con cui esploravano lo spazio dei possibili design. In media, hanno spostato gli scaffali 176 volte (SD = 73) nella condizione tangibile contro 130 volte (SD = 28) nella condizione touch.

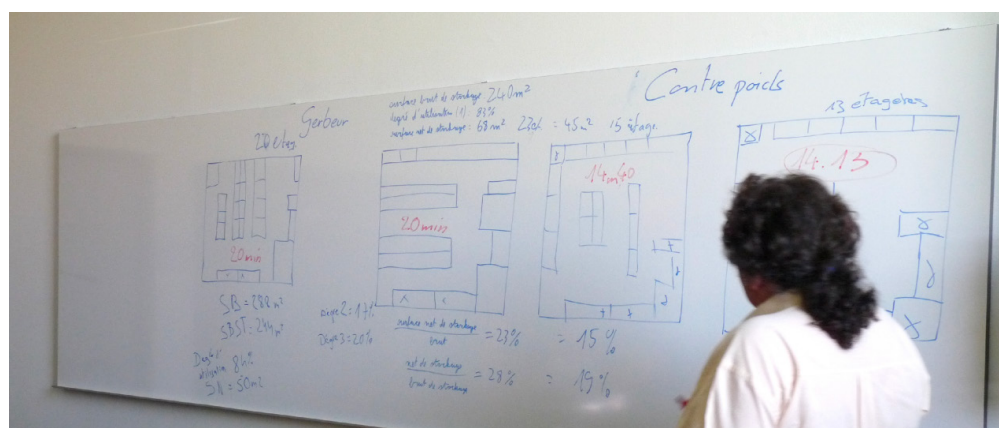
A questo punto della ricerca, il valore pedagogico della tangibilità sembrava avere poco a che fare con gli effetti cognitivi della manipolazione fisica. La relazione tra operazioni cognitive e manipolazioni fisiche ha ispirato scuole di pensiero a partire da Froebel e Montessori, e questa ipotesi è menzionata dagli studiosi che promuovono

interfacce tangibili (Zuckerman et al., 2005). Tuttavia, il nostro lavoro non la conferma né la respinge. Mentre il legame tra manipolazioni fisiche e operazioni cognitive può esistere quando i bambini accostano i regoli Cuisenaire, questa incarnazione di azioni cognitive non è stata dimostrata con i nostri adolescenti impiegati di logistica.

## L'orchestrazione in aula conta?

Lo studio precedente era ben controllato, con due apprendisti che venivano a utilizzare la TinkerLamp in un laboratorio controllato da ricercatori. Era quindi arrivato il momento di passare alla realtà scolastica, grazie alla collaborazione con gli insegnanti. Lo studio ha coinvolto quattro classi nell'arco di due giorni (due volte due classi in un'intera giornata), con un totale di 60 persone in formazione al secondo anno di apprendistato (Zufferey, 2010). Ogni classe aveva familiarità con l'ambiente 'Tinker', avendolo utilizzato più volte durante l'anno. Abbiamo usato un disegno sperimentale within-subject, con una classe che usava la TinkerLamp al mattino e la carta al pomeriggio mentre la seconda classe faceva l'opposto, in modo che lo stesso insegnante potesse svolgere le attività con la TinkerLamp con entrambe le classi. Abbiamo dato loro diversi compiti realistici da svolgere in ogni sessione. I risultati sono stati deludenti: non solo non abbiamo riscontrato alcuna differenza significativa tra l'interfaccia tangibile e le attività basate su carta, sia in merito alle conoscenze dichiarative sia su questioni relative al trasferimento, ma, in generale, i margini di apprendimento sono stati molto modesti. Questa è la vita di un ricercatore EdTech: progettiamo tecnologie fantastiche, le testiamo in aule reali e poi piangiamo! Abbiamo capito che, quando davamo istruzioni così precise ai team, l'insegnante si trovava al di fuori del circuito, osservando per lo più i propri apprendisti (molti dei quali non completavano tutti i compiti).

Abbiamo così riprogettato le attività per dare un ruolo maggiore all'insegnante. Abbiamo migliorato i nostri TinkerSheet per supportare l'attività di debriefing: questo è il momento in cui l'insegnante (figura 6-5) chiede a ciascun team (in classe ci sono quattro lampade) di copiare sulla lavagna il piano del magazzino proiettato sul loro TinkerSheet. L'insegnante ha chiesto loro di confrontare i vari valori delle loro soluzioni: una soluzione potrebbe massimizzare la superficie di stoccaggio ma, poiché i carrelli elevatori non hanno spazio per incrociarsi nel corridoio, dovranno rallentare e le prestazioni medie saranno inferiori. Come hanno osservato Schwartz e Bransford (1998), «c'è un momento per raccontare»: una fase di esplorazione con una simulazione come la TinkerLamp diventa efficace se seguita da un momento in cui l'insegnante introduce i concetti chiave basati sull'esperienza degli apprendisti. In questo studio, l'insegnante aveva una maggiore padronanza delle attività in aula e tutto è andato molto più liscio.



**Figura 6-5** • I quattro team di studenti hanno copiato sulla lavagna la mappa del loro magazzino e l'insegnante confronterà l'utilizzo della superficie e le prestazioni del magazzino (tempo necessario per portare un pallet dall'autocarro allo scaffale e viceversa): ad esempio, i corridoi stretti aumentano la superficie di stoccaggio ma i carrelli elevatori possono avere difficoltà ad attraversarli.

Ciò è avvenuto nel periodo in cui Guillaume Zufferey ha completato il suo dottorato di ricerca, seguito poi da Son Do Lehn. Ha condotto un nuovo esperimento con 61 apprendisti: quelli che hanno usato la TinkerLamp hanno ottenuto risultati migliori di quelli che hanno usato la carta, esplorando due volte il design dei magazzini e riuscendo a inserire nei loro un numero di scaffali significativamente maggiore (Do Lehn et al., 2010). Tuttavia, dal post-test non sono emerse differenze significative per quanto riguarda la comprensione dei concetti o in termini di risoluzione dei problemi. Di nuovo progettiamo, testiamo, piangiamo. Son ha poi condotto ulteriori studi e si è reso conto che i team migliori non spostavano gli scaffali troppo spesso. Riflettevano un po' di più su cosa modificare nel magazzino, implementando poi tali misure. I team peggiori facevano il contrario, spostando spesso gli scaffali ed eseguendo la simulazione troppo velocemente, senza riflessioni approfondite. Son ha descritto questa trappola delle interfacce tangibili come una «**tentazione di manipolazione**» (Do-Lenh et al., 2012), un concetto che avrebbe potuto provenire dal Vaticano: la nostra interfaccia tangibile permetteva questo tipo di esplorazione non strutturata priva di riflessioni.

Son ha ideato una semplice soluzione per ridurre questo problema. Ha fornito agli insegnanti una scheda cartacea – definita scheda di orchestrazione – che l'insegnante poteva mostrare alla telecamera della TinkerLamp (la scheda aveva un marcatore) per bloccare o sbloccare la simulazione (figura 6-7 a sinistra). All'inizio, l'insegnante bloccava qualsiasi simulazione e attendeva che gli studenti lo chiamassero quando volevano effettuare la simulazione. L'insegnante chiedeva dunque loro di formulare ipotesi se il loro magazzino di nuova concezione avrebbe funzionato meglio o peggio rispetto al precedente. Se il team rispondeva semplicemente «sì», l'insegnante chiedeva loro di spiegarne il motivo. Chiedere agli studenti di effettuare **previsioni** è un trucco educativo fondamentale per innescare riflessioni, in contrasto con il tinkering casuale definito da Son come «tentazione di manipolazione». Edith Ackerman ha un bel modo di chiamare la complementarità tra tinkering e riflessioni: l'apprendimento alterna «heads in» e «heads out».

Abbiamo notato quanto fosse difficile per l'insegnante attirare l'attenzione degli studenti della propria classe. Ci siamo resi conto che una fantastica tecnologia quale la TinkerLamp era diventata una distrazione per le persone in formazione. Gli insegnanti che intendevano trasmettere un messaggio di due minuti hanno avuto bisogno di diversi minuti per disimpegnare gli apprendisti dalla simulazione e attirare la loro attenzione. Un'altra scheda di orchestrazione ha affrontato questo problema: una scheda «mettere in pausa la classe» (figura 6-6 a destra), mostrata a una delle quattro TinkerLamp in classe, avrebbe semplicemente interrotto tutte le simulazioni. I team non avrebbero perso alcun dato; la lampada non avrebbe mostrato nulla durante la spiegazione dell'insegnante. L'insegnante avrebbe allora mostrato alla lampada l'altro lato della scheda di orchestrazione e ogni team avrebbe proseguito con il proprio lavoro. La figura 6-6 (a destra) mostra l'insegnante che cammina tra i banchi dei team con alcune schede in mano, pronto a usarle. Negli studi successivi ci siamo resi conto che queste schede sono molto semplici da usare da parte degli insegnanti fintanto che il loro numero è esiguo (lo abbiamo capito dopo aver fatto l'errore di progettare troppe schede: l'insegnante ha perso tempo a trovare la scheda adatta).

Il punto qui non è di parlare di schede di orchestrazione; l'orchestrazione è un concetto specifico del nostro ambiente. Il nostro messaggio è più fondamentale. Abbiamo imparato che, quando si progetta una tecnologia più interessante per gli studenti di quello che l'insegnante potrebbe fare o dire, si introduce una sorta di concorrente per l'insegnante, qualcosa che renderebbe il suo insegnamento più difficile. Nessun insegnante ragionevole sarebbe felice di usare una tecnologia che rovinerebbe il proprio insegnamento. Spesso sentiamo dire che gli insegnanti non hanno sufficiente dimestichezza con le tecnologie digitali. Ciò è difficile da credere nella società elvetica, perché implica che non sono in grado di prenotare un concerto o un biglietto aereo, fare la dichiarazione dei redditi o salvare le foto delle loro vacanze. Piuttosto, gli insegnanti svizzeri sono sufficientemente maturi dal punto di vista tecnologico da discriminare tra le tecnologie che facilitano il loro lavoro e quelle che lo rendono più difficile. In qualche modo, la TinkerLamp privava gli insegnanti del controllo della loro classe e le schede di orchestrazione hanno rappresentato una delle soluzioni necessarie per

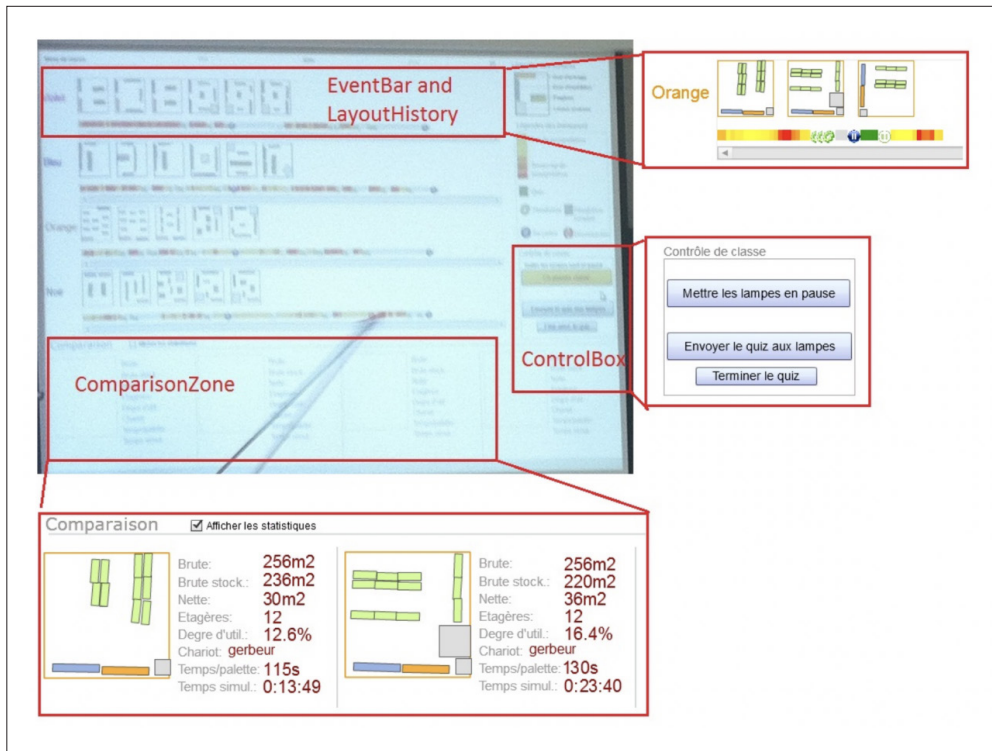
riconferire loro autorità. Altri ambienti possono richiedere altre forme di responsabilizzazione per gli insegnanti.



**Figura 6-6** • Schede di orchestrazione per bloccare/consentire la simulazione (a sinistra), che bloccano tutte le lampade nella classe (a destra). Un insegnante cammina per la classe con le carte dietro la schiena.

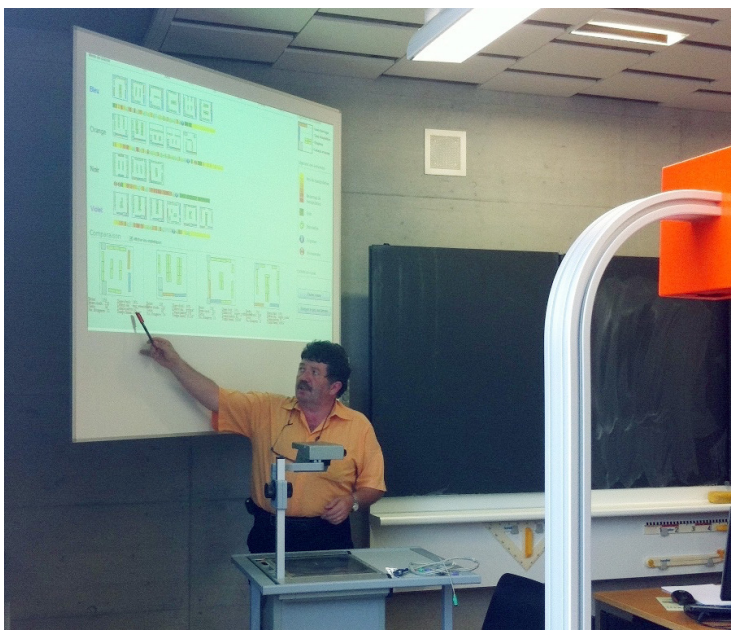
Il concetto di rafforzamento e controllo espresso nel paragrafo precedente potrebbe scioccare alcuni lettori. Sono spesso associati alla disciplina durante le lezioni. Crediamo tuttavia che, anche negli approcci costruttivisti come quelli che abbiamo implementato, gli insegnanti debbano percepire ciò che accade e mantenere la leadership. C'è un momento particolarmente delicato, la fase di debriefing. Nel già citato approccio del «momento per raccontare» o in quello del fallimento produttivo di Manu Kapur (2008), la fase di risoluzione dei problemi o esplorazione è seguita da un momento in cui gli insegnanti riformulano le idee emerse dagli studenti, usando i termini appropriati, chiarendo definizioni o spiegando formule. Questa seconda fase non può essere un semplice PowerPoint preparato prima della lezione, indipendentemente da ciò che gli studenti hanno fatto durante la prima fase. Questa fase di formalizzazione deve basarsi su idee, errori, tentativi, risultati o conquiste degli individui e dei team durante la fase esplorativa. Questa viene definita fase di debriefing. L'arte del debriefing richiede un certo gusto per l'improvvisazione (che non tutti gli insegnanti hanno) e sicurezza nelle proprie competenze, e induce anche un elevato carico cognitivo.

Abbiamo quindi progettato e sperimentato strumenti che facilitano il monitoraggio della fase esplorativa e della fase di debriefing. Questi strumenti sono raccolti in una cosiddetta dashboard dell'insegnante che raccoglie informazioni dalle quattro Tinker-Lamp e propone diverse visualizzazioni. La figura 6-7 presenta diverse visualizzazioni che dovrebbero facilitare la gestione della classe e il debriefing. Nel pannello principale in alto a sinistra, l'insegnante vede lo storico dei magazzini progettati dai team, con un team per fila. Lo zoom mostra un codice colore che indica il numero di manipolazioni dello scaffale: il rosso indica movimenti frequenti (tinkering), il verde indica alcune pause (potenzialmente riflessive). Vi sono pulsanti di controllo equivalenti alle schede di orchestrazione. Per facilitare il debriefing, l'insegnante può scegliere due magazzini nella parte inferiore e confrontarne le prestazioni. **Il debriefing è l'arte di costruire su ciò che gli studenti hanno prodotto.**



**Figura 6-7** • Dashboard dell'insegnante per l'orchestrazione della classe che utilizza la TinkerLamp.

Pierre Dillenbourg era scettico sull'usabilità di queste dashboard. Le dashboard dovrebbero facilitare il lavoro degli insegnanti ma molte di esse nella letteratura sui Learning Analytics aumentano il carico cognitivo degli insegnanti: come se un insegnante si potesse permettere di dedicare molta attenzione al display del proprio computer durante lo svolgimento della lezione. Questa insidia non si è presentata. La dashboard veniva permanentemente mostrata dal proiettore dell'aula, con l'insegnante che camminava per la classe, spesso monitorando la dashboard e facendo riferimento a essa (figura 6-8). Pierre si sbagliava: gli insegnanti la usavano facilmente e funzionava abbastanza bene.



**Figura 6-8** • Jacques Kurzo mentre usa la TinkerBoard per confrontare e mostrare le differenze dei design degli studenti selezionati

Come sappiamo che ha funzionato abbastanza bene? Utilizzando questo strumento, abbiamo ottenuto per la prima volta un aumento significativo dei margini di apprendimento per TinkerLamp rispetto ad una lezione basata su carta e una notevole differenza sia in termini di comprensione sia di problem solving (tabella 6-1). Questi importanti risultati di apprendimento hanno concluso un lungo processo di progettazione, test e miglioramento del nostro ambiente.

## In conclusione

Nell'introduzione abbiamo scomposto la catena che collega un progetto tecnologico a un risultato di apprendimento: la progettazione di una soluzione tecnologica (1) che consente ricche attività di formazione professionale di base (2) e che, a loro volta, sono ipotizzate per innescare processi cognitivi (3). Questo capitolo illustra tale catena. In primo luogo abbiamo dimostrato l'usabilità dei nostri oggetti tangibili (1), vale a dire il breve tempo che gli apprendisti impiegano per progettare un magazzino assemblando scaffali in plastica. Successivamente, abbiamo co-progettato attività di apprendimento con gli insegnanti. Abbiamo dovuto aggiungere una funzione tecnologica aggiuntiva, TinkerSheets, e integrare le attività nell'ambiente tecnologico. Ci sono voluti diversi cicli di coprogettazione con gli insegnanti per ottenere le ricche attività di apprendimento menzionate al punto (2). Infine, ci siamo resi conto che queste attività non hanno innescato spontaneamente i processi cognitivi attesi, che hanno comportato modesti margini di apprendimento. Abbiamo dovuto riprogettare l'intera catena prima di ottenere un margine di apprendimento notevole, aggiungendo nuove funzionalità tecnologiche per gli insegnanti, una dashboard e schede di orchestrazione.

I nostri progressi lungo questa catena causale riflettono la nostra crescente consapevolezza che **i risultati nell'apprendimento dipenderanno tanto dagli insegnanti quanto dagli strumenti digitali**. Nell'introduzione abbiamo menzionato un quarto fattore, il modo in cui l'insegnante orchestra queste attività in classe. Non abbiamo definito l'orchestrazione in aula all'inizio di questo libro ma il lettore coglierà questo concetto attraverso numerosi esempi in esso distribuiti. Alcuni studiosi la chiamano semplicemente «gestione della classe». Questo concetto è abbastanza vicino alla necessità di mantenere un certo controllo in classe. Si tratta della gestione in tempo reale di attività individuali, collaborative e a livello di classe e di vincoli multipli in aula. Una lezione fondamentale di questa serie di esperimenti è l'importanza dell'orchestrazione.

Ciò vale anche per la nostra scheda «mettere in pausa la classe», ma nel concetto di orchestrazione in aula c'è molto più della nozione di controllo della classe. In questo capitolo sono stati presentati diversi esempi: le schede blocco e sblocco per evitare il semplice tinkering, la dashboard che riassume l'attività di tutti i team affinché l'insegnante mantenga il quadro globale e, soprattutto, il supporto per il debriefing. Il nostro collega, Miguel Nussbaum, una volta ha descritto l'orchestrazione dell'aula come la logistica della gestione della classe, il che è abbastanza corretto (nonché divertente nel nostro contesto). Orchestrazione non si riferisce a una teoria dell'apprendimento quanto, piuttosto, all'ottimizzazione quotidiana dei processi in classe. Abbiamo progettato altri widget di orchestrazione nei corsi universitari:

- Formazione automatica del team: ad esempio, nella formazione di team di due studenti che hanno ottenuto risultati contraddittori nell'attività precedente (Dillenbourg & Jermann, 2010).
- Previsione dei tempi di completamento: se l'80% degli studenti ha completato un'attività, l'insegnante dovrebbe aspettare il restante 20% pur sapendo che l'80% perderà la concentrazione? Il sistema prevede quanti altri studenti completeranno il compito per ogni minuto di attesa aggiuntivo (Faucon et., 2020.)
- Priorità all'intervento dell'assistente all'insegnamento: durante le esercitazioni, i team utilizzano un dispositivo – chiamato Athe Lantern – che mostra a quali esercizi stia lavorando ciascun team, per quanto tempo e per quanto tempo abbiano atteso l'aiuto, e gli assistenti all'insegnamento possono conseguentemente dedicare loro la propria attenzione (Alavi et al., 2009).

Le preoccupazioni di orchestrazione dell'aula vanno oltre TinkerLamp e oltre la formazione professionale di base. Considerando qualsiasi tecnologia per l'apprendimento,



si possono distinguere tre cerchi di usabilità (Dillenbourg et al., 2011). Il primo cerchio è quello che solitamente si intende per usabilità in HCI, ossia l'efficienza con cui un singolo utente interagisce con gli strumenti digitali. Questo è quanto è avvenuto nel primo studio empirico riportato nel presente capitolo. Il secondo cerchio descrive se la tecnologia facilita o meno il lavoro di squadra. Ad esempio, quattro persone in formazione possono interagire più facilmente con il magazzino TinkerLamp che con un tablet. **Il terzo cerchio descrive l'usabilità a livello di classe**, come illustrato nella figura 6-9. Il lettore può notare che le quattro TinkerLamp hanno ciascuna un colore diverso. Il colore di un computer avrebbe in ogni caso importanza? No, se si considera il modo in cui un individuo interagisce con esso (cerchio 1) o il modo in cui un team lavora con tale lampada (cerchio 2). In parole povere, era un modo per l'insegnante di rivolgersi al team intorno alle TinkerLamp blu o rosse. Il colore ha facilitato la gestione della classe, rappresentata dal cerchio 3.



**Figura 6-9** • Il colore dei computer è importante?

Ci piace il finale di questa storia: l'invenzione di un'innovativa interfaccia tecnologica focalizzata sulla manipolazione dell'allievo ha portato avanti la necessità di integrare alcune funzionalità in modo che gli interventi degli insegnanti trasformassero le manipolazioni fisiche in operazioni cognitive che producono margini di apprendimento. L'orchestrazione dell'aula non è un messaggio politicamente corretto per attribuire maggiore importanza al ruolo degli insegnanti nella progettazione tecnologica; si tratta semplicemente di una condizione per rendere tali tecnologie più efficaci per l'apprendimento.

## Appendice

	<b>Paper/pen</b>	<b>TinkerLamp 1.0</b>	<b>TinkerLamp 2.0 NoTinkerBoard</b>	<b>TinkerLamp 2.0 WithTinkerBoard</b>
Understanding	7.84 (2.85)	7.43 (2.82)	9.38 (2.03)	10.31 (1.70)
Problem-solving	5.16 (1.70)	5.15 (1.78)	6.44 (1.65)	6.59 (1.53)

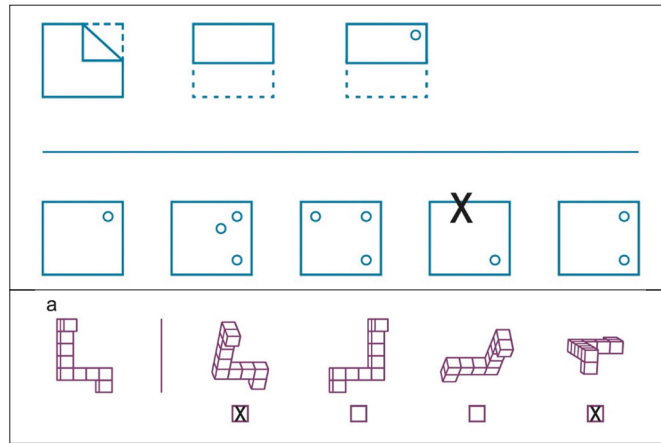
**Tabella 6-1** • Risultati di molteplici esperimenti.  
TinkerLamp 2.0. include schede di organizzazione e alcuni altri elementi. TinkerBoard si riferisce alla dashboard dell'insegnante.

# Aumentare l'esperienza: la storia dei carpentieri

Pierre Dillenbourg, Sébastien Cuendet, Lorenzo Lucignano e Jessica Dehler-Zufferey

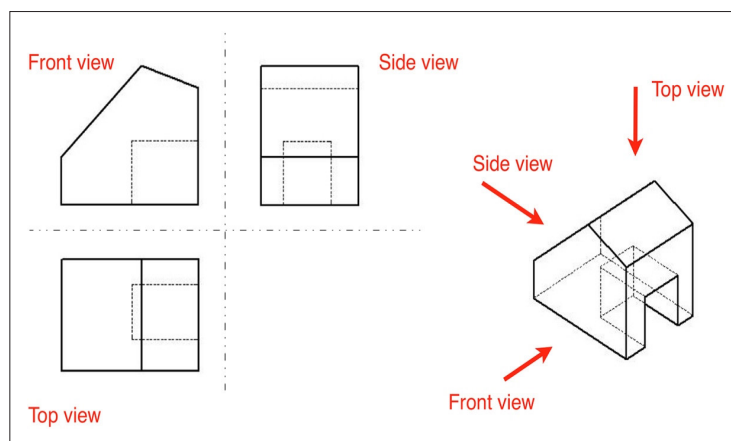
Dopo il nostro successo nell'utilizzo del sistema TinkerLamp con gli addetti alla logistica, ci siamo chiesti se lo stesso approccio (realtà aumentata/interfacce utente tangibili) potesse essere utile per altri ambiti della formazione professionale di base. Fortunatamente per noi, in quel periodo siamo stati contattati dall'Ufficio federale responsabile della formazione professionale di base, che ci ha chiesto se l'approccio di TinkerLamp potesse essere esteso ad altre professioni. Un'idea era quella di trasformare la nostra simulazione di magazzino in una simulazione di supermercato utilizzabile dai venditori, con carrelli della spesa in sostituzione dei carrelli elevatori. Un'altra idea era quella di lavorare a una simulazione per gli agenti di polizia e di sicurezza: in caso di evacuazione di emergenza di un edificio o di una strada, come si potrebbero posizionare ostacoli che rallentino la folla in corsa per evitare una fuga di massa quando il flusso arriva a una strozzatura? Abbiamo infine deciso di lavorare in un altro settore, comprendente obiettivi di apprendimento difficili e riguardante molti apprendisti, vale a dire la formazione di carpentieri. Dobbiamo dire che è stato un piacere collaborare con loro, in particolare Philippe Ogay del Centre d'Enseignement Professionnel de Morges (CEPM), Sandro Melchior dell'Ecole de la Construction di Tolochenaz e tutti i membri del comitato educativo dell'Association Vaudoise des Charpentiers. Proprio come abbiamo fatto con gli addetti alla logistica, siamo andati a visitare le officine e i cantieri di diverse aziende. Abbiamo intervistato i capi e gli apprendisti nonché il corpo insegnante della scuola e quello del centro dei corsi interaziendali, il cui direttore è stato di grande aiuto.

Dopo le nostre prime discussioni, abbiamo messo da parte l'idea di riutilizzare la TinkerLamp e ci siamo concentrati sull'individuazione di divari nelle competenze. Il primo divario – la capacità di ragionamento spaziale – è emerso rapidamente, mentre il secondo – la statica intuitiva – ci è stata introdotta in seguito dagli insegnanti di carpenteria. Concentriamoci sul primo. Il lavoro qui riportato è stato svolto principalmente da Sébastien Cuendet e Jessica Dehler-Zufferey. I carpentieri lavorano su una struttura tridimensionale del tetto solitamente definita da un progetto bidimensionale. Fanno avanti e indietro tra una rappresentazione bidimensionale e gli oggetti tridimensionali. Il ragionamento spaziale è stato ampiamente studiato nelle scienze cognitive e la sua malleabilità è stata al centro di molte opere accademiche (Martin-Gutierrez et al., 2011). Esistono test consolidati in grado di misurare le capacità spaziali, come il test di piegatura della carta e il test di rotazione illustrato nella figura 7-1. Essi illustrano bene il significato del ragionamento spaziale:



**Figura 7-1** • Elementi di due prove di capacità spaziale: test di piegatura della carta (in alto) e test di rotazione mentale (in basso): nel test di piegatura della carta viene mostrato come piegare un foglio di carta nella parte superiore dell'immagine sopra la linea e viene applicato un foro: come apparirà il foglio dopo essere stato spiegato? Cinque possibili opzioni sono mostrate nelle immagini al di sotto della linea. Nel test di rotazione mentale, quali degli oggetti dopo la linea verticale sono una rotazione dell'oggetto a sinistra della linea?

Le competenze che ci si aspetta dai carpentieri sono tuttavia più complesse di quelle che queste prove comportano. Le planimetrie dei tetti offrono due o tre viste della stessa casa: frontale, laterale e dall'alto (cfr. figura 7-2). Le persone in formazione trascorrono circa tre ore alla settimana per tre anni imparando a disegnare queste tre viste collegate con precisione millimetrica. Alcune travi possono non essere parallele a nessuno dei tre piani ortogonali; quindi la loro lunghezza reale può essere calcolata solo con metodi grafici («ribaltamento»). Il problema è che gli apprendisti raramente utilizzano o praticano tali metodi sul posto di lavoro. Nelle aziende da noi visitate, i progetti del tetto non vengono realizzati dagli apprendisti ma da un membro senior che progetta il tetto e da un altro esperto che taglia le travi; il ruolo degli apprendisti si limita al montaggio e alle regolazioni di precisione. Inoltre, gli esperti non disegnano su carta ma utilizzano strumenti di «computer-aided design» (CAD) per carpentieri come CADWORKS®. Alcuni di questi strumenti non solo producono piani come output ma anche tutti i parametri per un dispositivo che esegue la lavorazione e la foratura di travi in legno.



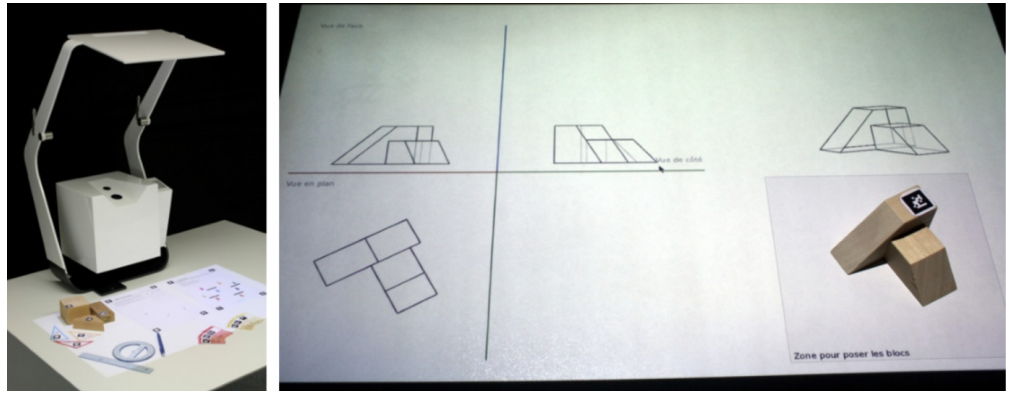
**Figura 7-2** • Le tre proiezioni ortogonali della stessa struttura.

In altre parole, ci troviamo di fronte a un divario di competenze opposto a quello della logistica. Con gli addetti alla logistica, la scuola stava cercando di andare oltre le esigenze delle pratiche quotidiane sul posto di lavoro. Con i carpentieri, i posti di lavoro avevano abbracciato la trasformazione digitale molto prima delle scuole, rendendoli

quindi tecnologicamente più avanzati. Ciò nonostante, i disegni sono talmente radicati nella cultura della carpenteria che sarebbe estremamente difficile escluderli dal loro curriculum. Quando abbiamo interpellato gli insegnanti, essi hanno sostenuto che non era possibile insegnare l'uso del CAD in quanto non tutte le aziende di carpenteria utilizzano lo stesso sistema CAD. Ciò è in parte vero ma alcuni principi sono comuni a tutti i sistemi CAD. Ci troviamo di fronte allo stesso problema presente in qualsiasi sistema educativo, incluso l'EPFL: è quasi impossibile creare consenso sulla soppressione di un corso. Si sentono riflessioni come «un ingegnere che non ha mai calcolato X a mano non è un ingegnere» o «noi abbiamo dovuto passarci, quindi dovrebbero farlo anche i nuovi apprendisti» come se l'apprendistato fosse come il servizio militare. Poiché l'evoluzione delle professioni richiede nuove competenze, ad esempio la produzione additiva, o si allunga l'apprendistato o si eliminano alcuni contenuti. Nell'istruzione in generale, tuttavia, la rimozione dei contenuti non è semplice, e non solo nella formazione professionale di base, come già descritto nel 1939 nella famosa satira, *The Sabre-Tooth Curriculum*. Quando abbiamo chiesto ai gestori di carpenteria se il disegno dovesse essere sostituito da altre competenze da insegnare nelle scuole, anche loro hanno rigettato l'idea. È vero che, anche se usano strumenti CAD, i carpentieri che abbiamo incontrato sono sempre pronti a disegnare, ad esempio, il dettaglio di un assemblaggio tra due travi con la matita che solitamente tengono sull'orecchio. Hanno accettato che le lezioni di disegno potessero essere più brevi ma hanno sottolineato il fatto che l'apprendista deve essere in grado di leggere ogni dettaglio di un progetto e di passare dal piano bidimensionale alle strutture tridimensionali, come abbiamo detto prima. Questi incontri hanno chiaramente definito la sfida nella nostra ricerca. Potremmo progettare attività di apprendimento incentrate su queste specifiche capacità di ragionamento spaziale, ossia **il collegamento di un oggetto alle sue 3 proiezioni ortogonali**, senza spendere così tanto tempo e fatica a disegnarle a scuola? Inoltre, le competenze target potrebbero non essere praticate sul posto di lavoro dagli apprendisti stessi, a differenza di quanto abbiamo presentato in precedenza per panettieri, cuochi, imbianchini, creatori d'abbigliamento ed estetisti (cfr. capitoli 3, 4 o 5).

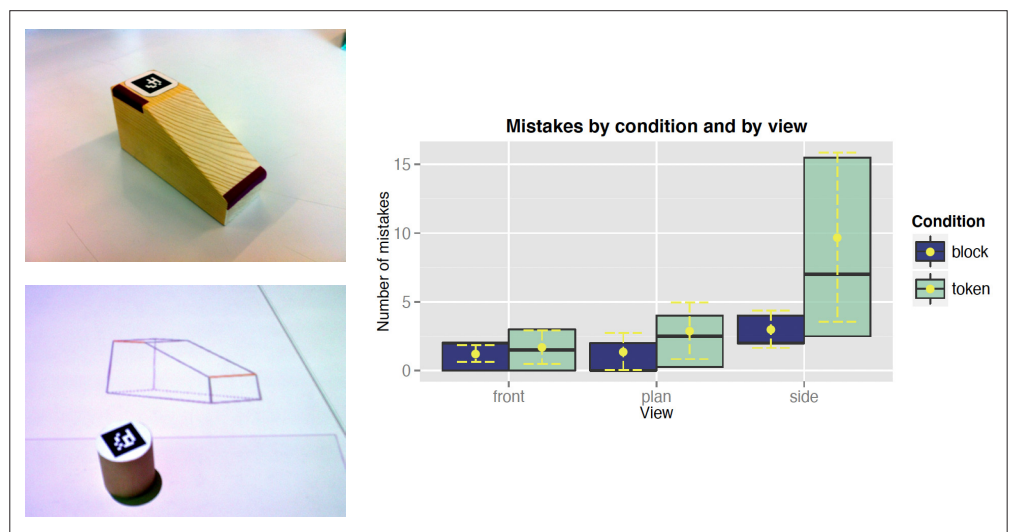
Un nuovo ambiente di apprendimento AR è stato concepito a tale scopo, su misura per le esigenze di questa professione, un ambiente che abbiamo chiamato TapaCarp. Condivide con l'applicazione TinkerLamp l'obiettivo di focalizzare l'attenzione dell'apprendista sul nucleo delle sue competenze, liberandosi dei lunghi compiti necessari per acquisirle.

Nell'area di lavoro AR di TapaCarp, le proiezioni ortogonali di un oggetto tridimensionale vengono visualizzate in tempo reale. In ciascuna vista ortografica, i bordi sono rappresentati come linee semplici se visibili dal punto di vista in questione o come linee tratteggiate se non lo sono. Per le attività di TapaCarp, gli apprendisti non hanno lavorato con modelli di tetti interi ma con piccoli blocchi in legno con diversi livelli di complessità tridimensionale. Questi blocchi potevano essere manipolati direttamente, vale a dire ruotati sul tavolo o posizionati uno accanto all'altro. Un compito difficile per gli apprendisti consiste nel trovare le linee corrispondenti delle tre viste ortografiche e i bordi corrispondenti dell'oggetto tridimensionale. Si tratta di un compito che richiede un certo grado di capacità di visualizzazione spaziale. Un trucco per aiutarli a collegarli è la covariazione o il collegamento dinamico tra gli oggetti e le viste: il cervello umano è ben attrezzato per rilevare quando due elementi variano contemporaneamente. Nella figura 7-3, TapaCarp mostra le tre proiezioni del complesso oggetto in legno che si trova nell'angolo in basso a destra dello spazio di lavoro. Ruotando l'oggetto in legno, alcuni bordi invisibili diventano visibili mentre altri diventano invisibili. Se gli apprendisti dovessero effettuare la stessa operazione disegnando lo stesso blocco prima e dopo la rotazione, non ci vorrebbero tre secondi, bensì tre ore. L'accrescimento pedagogico è il collegamento dinamico tra un oggetto in movimento e le sue proiezioni ortogonali.



**Figura 7-3** • L'apprendista manipola l'oggetto in legno e TinkerLamp aggiorna in tempo reale le tre proiezioni ortogonali.

In uno dei nostri studi abbiamo messo in discussione l'utilità del blocco in legno, poiché la rappresentazione digitale del blocco in legno può essere ad esempio facilmente ruotata con un dispositivo di input non figurativo come un mouse o un token. Per verificare questa ipotesi, abbiamo concepito uno studio in cui 44 apprendisti dovevano indicare sulle 3 proiezioni la linea corrispondente a un bordo indicato dall'insegnante. I risultati mostrano che il vantaggio dell'oggetto figurativo era significativo solo quando si doveva identificare un bordo della vista laterale (figura 7-4 a destra). Ciò corrisponde a una conclusione generale dei nostri esperimenti: la visualizzazione mentale laterale di un oggetto è sempre il compito più impegnativo per gli apprendisti (nonché per noi). Infatti, in questo esperimento, gli apprendisti hanno registrato un tasso di errore del 15% per la vista laterale rispetto al 6,8% e al 5,8% per le viste orizzontale e frontale.

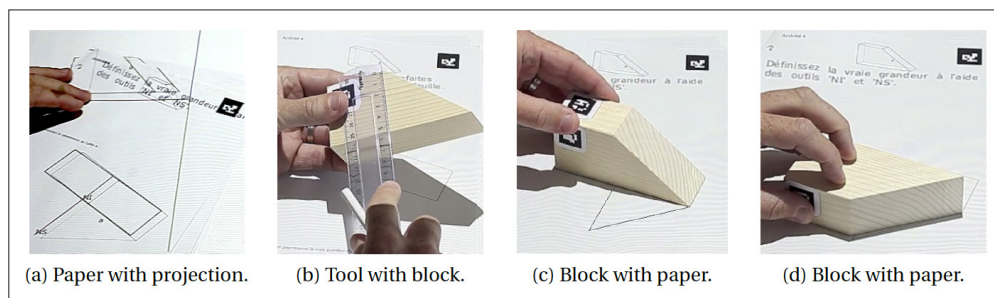


**Figura 7-4** • Confronto del numero di errori (a destra) in diverse viste durante l'utilizzo di un vero blocco tridimensionale (in alto a sinistra) contro un semplice token (in basso a sinistra).

Per portare TapaCarp nelle scuole, abbiamo realizzato un opuscolo con 11 attività che coprono una sessione di 50 minuti. Le persone in formazione dovevano imparare a calcolare la lunghezza reale di un bordo perpendicolare a nessuna delle tre viste usando la tecnica chiamata «ribaltamento». Rispetto alla pedagogia esplorativa sviluppata nella logistica (cfr. capitolo 6), questo opuscolo si avvicinava a un programma di lezioni per fasi, come nel caso dell'approccio «mastery learning». Invece di mostrare le informazioni sul tavolo, TapaCarp trasporta le proiezioni ortogonali e altre informazioni direttamente sull'opuscolo, riconoscendo i marcatori nell'angolo in alto a destra (figura 7-5). Abbiamo concepito un opuscolo «aumentato» in cui le istruzioni per l'attività venivano stampate in anticipo e le proiezioni dei blocchi

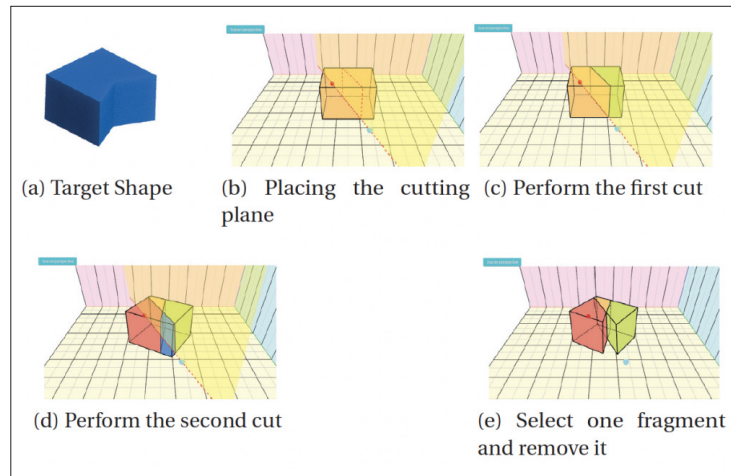
venivano aggiunte in tempo reale. Hanno anche utilizzato diverse piccole schede, come le schede di orchestrazione in TinkerLamp, per effettuare operazioni quali mostrare o nascondere le linee di costruzione che collegano le proiezioni ortogonali. Sotto l'influsso degli insegnanti, l'opuscolo comprendeva anche attività di disegno (da cui gli strumenti di disegno della figura 7-5), rappresentando un vantaggio nel trasporto su carta. Alla fine, l'opuscolo commentato è stato valutato da due giudici, indipendentemente dall'ambiente TapaCarp.

Abbiamo confrontato 24 persone in formazione che hanno utilizzato TapaCarp in coppia e 19 che hanno utilizzato l'opuscolo e i blocchi in legno precedentemente menzionati, ma senza aumento. L'opuscolo avrebbe dovuto essere sufficiente per l'auto-istruzione nella condizione "su carta", ma si è scoperto che in tale condizione l'insegnante, probabilmente messo in dubbio dall'esperimento, è intervenuto largamente durante la lezione, contrariamente alla persona responsabile della condizione AR. Di conseguenza, i margini di apprendimento erano quasi (di poco) significativamente più elevati nella condizione "su carta". In termini di usabilità, ci siamo resi conto che l'interfaccia TapaCarp includeva troppe schede cartacee per varie azioni, comportando perdite di tempo nella ricerca della scheda giusta. Come abbiamo scritto nei capitoli precedenti, le schede sono molto utili se gli utenti ne manipolano solo alcune. Gli apprendisti hanno trovato modi creativi per combinare i fogli di carta, le informazioni trasposte, il blocco in legno e i loro strumenti, come illustrato nella figura 7-5.



**Figura 7-5** • Integrazione dei componenti dell'interfaccia - i foglietti illustrativi (si può vedere il marcatore), le proiezioni trasposte, il blocco e gli strumenti.

Riportiamo anche un esperimento che mostra i limiti di un sistema AR tangibile. Nell'esperimento precedente, la forma del blocco non si è evoluta; è stata manipolata così come appare. Tuttavia, abbiamo voluto soffermarci su un'abilità complessa che gli apprendisti devono svolgere, cioè tagliare frammenti di una trave, ad esempio per realizzare giunzioni con un'altra trave. Abbiamo implementato questa attività in TapaCarp. La logica è più complessa di quanto abbiamo visto finora, in quanto gli apprendisti devono definire i piani di taglio e poi tagliare parzialmente lungo di essi.



**Figura 7-6** • Per terminare con l'oggetto target (a), l'apprendista definisce due piani di taglio, uno in verde (e) e l'altro in rosso (d), per rimuovere la parte blu (d-e) (Lucignano et al., 2014).

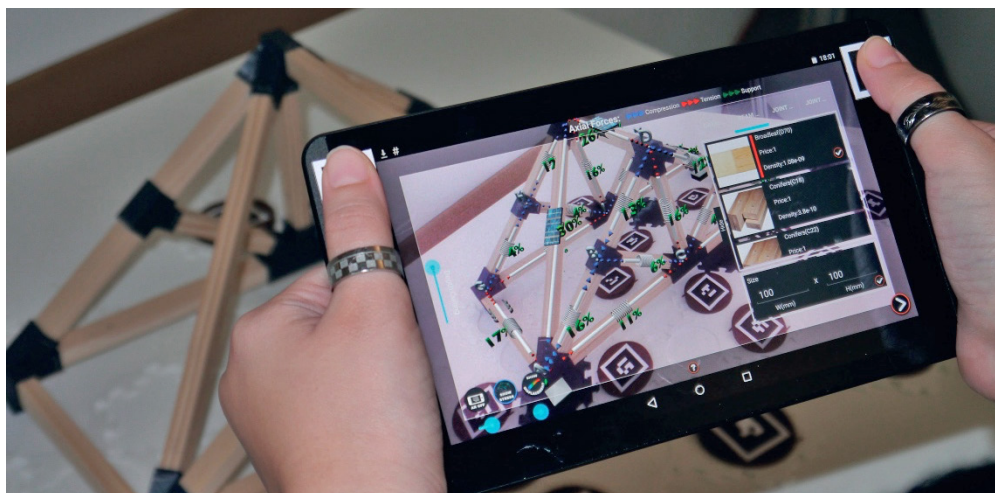
Mentre gli apprendisti tagliavano virtualmente l'oggetto virtuale, l'oggetto fisico nelle loro mani non si evolveva. Ben presto, l'oggetto fisico e quello virtuale non corrispondevano più. L'oggetto è quindi divenuto un semplice elemento di manipolazione, come nell'esperimento precedentemente riportato. Non sorprende quindi che, confrontando gli studenti che utilizzavano il blocco come input rispetto a un gruppo di controllo che utilizzava un mouse, non abbiamo riscontrato differenze significative in termini di durata o qualità dei tagli (Lucignano et al., 2014). Abbiamo pensato di utilizzare il polistirolo come materiale da manipolare tagliandolo dopo ogni fase ma sarebbe stato ingombrante da gestire con una classe di 15 persone in formazione. La lezione appresa è che l'uso di un oggetto tangibile come dispositivo di input in un sistema AR richiede che l'oggetto fisico rimanga visivamente vicino all'oggetto aumentato.

### Realtà aumentata per una comprensione intuitiva della statica

Poiché avevamo instaurato un rapporto di fiducia con il comitato per l'educazione dei carpentieri a livello cantonale, i membri ci hanno presentato una nuova richiesta. Era appena stata emanata una nuova ordinanza federale che includeva l'insegnamento di una certa comprensione intuitiva della statica, vale a dire l'equilibrio delle forze nelle strutture del tetto. La parola «intuitiva» non ha alcuna misura scientifica, la usiamo quindi con attenzione in questo contesto. Ciò che si intende è che non si tratta di applicare matematicamente le leggi della fisica come per la formazione di ingegneri civili. Il ragionamento statico quotidiano di un apprendista riguarda ad esempio l'ordine di montaggio o smontaggio degli elementi di una struttura. Un apprendista quindicenne potrebbe chiedersi quale pezzo sia più importante fissare prima di lasciare il luogo di lavoro quando si prevedono forti venti per la sera. Quando i carpentieri hanno problemi di statica più complessi (ad esempio la costruzione di uno chalet) usano software specifici e quando devono affrontare sfide di statica, come nel caso di un palazzetto dello sport, coinvolgono ingegneri civili.

Per questo Lorenzo Lucignano ha sviluppato un nuovo ambiente, l'applicazione StaticAR. Il punto di partenza per la parte "aumentata" è costituito dai modellini su piccola scala (mock-up) delle strutture del tetto. L'AR mostra le forze assiali lungo le travi e la quantità di sollecitazioni a cui sono sottoposte. Questa volta non abbiamo utilizzato un sistema proiettore-telecamera come TinkerLamp, bensì un approccio trasparente: l'apprendista guarda la realtà, un mock-up del tetto, attraverso un tablet che aggiunge le informazioni statiche (figura 7-7). Idealmente, avremmo preferito che l'apprendista indossasse semplicemente un visore sulla testa per osservare le strutture del tetto in scala reale ma ci sono stati problemi di visione computerizzata: una struttura del tetto è raramente visibile in modo globale, essendo molto grande e poiché presenta molte occlusioni e zone scure.





**Figura 7-7** • AR con tecnica «see-through»

Si applicano qui le nozioni sulla trasposizione didattica e computazionale descritte in precedenza, poiché abbiamo lavorato con modelli di capriate semplificati. Le capriate sono le tipiche strutture che sostengono i tetti. L'analisi di una capriata consiste nel comprendere la natura delle forze assiali che agiscono sui suoi componenti e come tutti i pezzi siano in equilibrio, in modo da creare una struttura stabile. Vi sono diverse semplificazioni, come la natura astratta delle giunzioni (ad esempio, non importa se due pezzi siano collegati con chiodi o con giunti in legno), che non modellano l'imperfezione della venatura del legno né considerano l'effetto di forze non parallele alle parti della capriata. Nonostante queste semplificazioni, il modello è idoneo per valutare se la capriata possa o meno sostenere le forze, quali dimensioni o legno utilizzare per le parti o cosa succede quando se ne sostituisce una.

Il nucleo computazionale dell'analisi statica è una versione personalizzata di Frame3DD, un'applicazione open-source rilasciata sotto licenza GPLv3. Le informazioni sovrapposte indicano in colore blu o rosso se un fascio è sotto compressione o tensione. Il tipo di legno viene descritto con alcuni parametri comuni ai carpentieri (ad esempio classe di resistenza standard). Tale descrizione viene utilizzata al posto dei molteplici parametri che caratterizzano i complessi modelli in legno utilizzati nelle lezioni di ingegneria.

Abbiamo discusso con gli esperti il modo migliore per visualizzare le forze, in particolare quando le travi sono sottoposte a compressione o tensione (figura 7-8). Abbiamo usato molle e frecce quali rappresentazioni complementari dello stesso concetto. Le molle trasmettono l'effetto della forza sulle travi, mentre le frecce trasmettono la reazione delle travi sulle giunzioni. Il concetto di azione e reazione può essere dato per scontato da persone con un background scientifico, ma il fatto che «quando la trave viene compressa spinge contro le giunzioni per mantenere l'equilibrio» non è una questione banale e non è un concetto fisico intuitivo. Osservando una particolare giunzione, le frecce delle travi collegate formano un diagramma di quasi-forza del nodo (sebbene le forze non assiali vengano trascurate), dal quale è possibile osservare come viene raggiunto l'equilibrio.



Figura 7-8 • Aggiunta di informazioni statiche sulle travi

Come nelle precedenti applicazioni AR, abbiamo permesso all'apprendista di esplorare il fenomeno **manipolando** la realtà (figura 7-8, riquadro a destra). Le persone in formazione potevano manipolare tre serie di parametri (figura 7-9). In primo luogo, potevano posizionare sul tetto carichi quali neve, pannelli solari, serbatoi d'acqua o semplicemente un grosso peso. I pannelli solari e la neve sono aspetti interessanti per i carpentieri, in quanto producono carichi asimmetrici: i pannelli solari sono posizionati su falde orientate a sud (nell'emisfero nord), mentre la neve si scioglie più lentamente su falde orientate a nord, creando uno squilibrio in entrambi i casi. Le persone in formazione potevano anche modificare le travi stesse scegliendo ad esempio un legno più resistente o travi più grandi, entrambi con un impatto non trascurabile sui costi. Infine, potevano selezionare una giunzione sul display e specificare quale tipo di supporto fosse presente. Se il carico posto sul tetto dagli apprendisti supera quello che la struttura può sostenere, l'intera struttura crolla con un rumore drammatico.

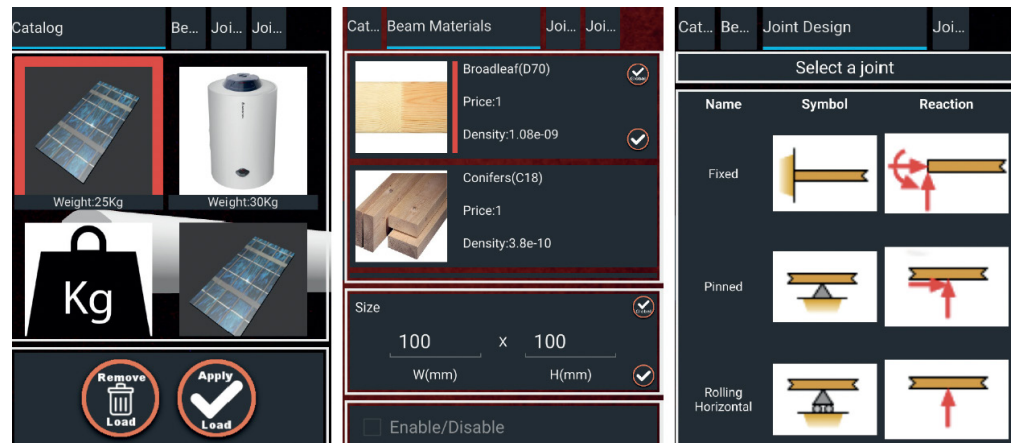
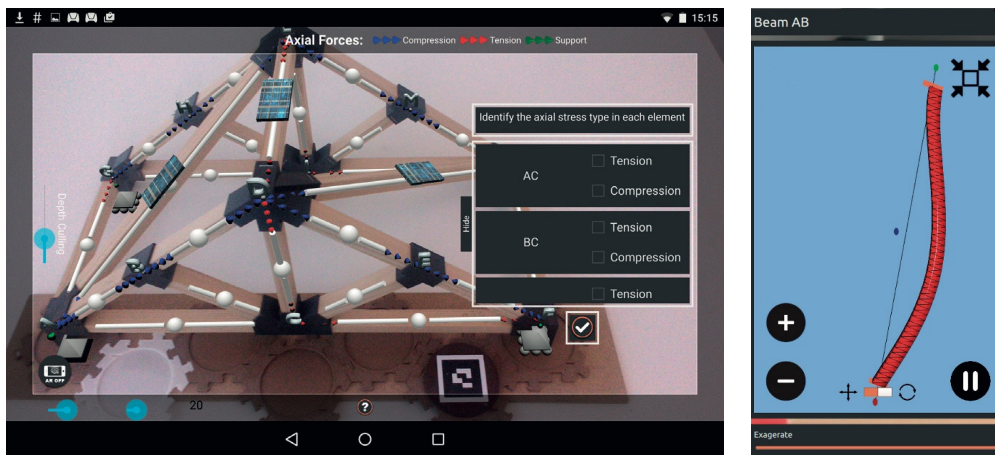


Figura 7-9 • Parametri che gli apprendisti potevano manipolare

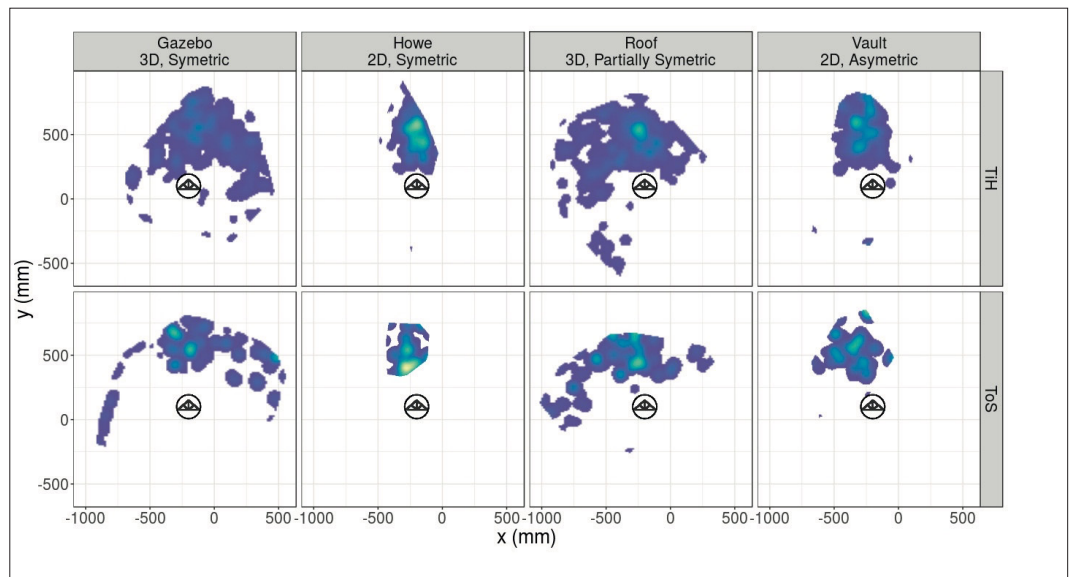
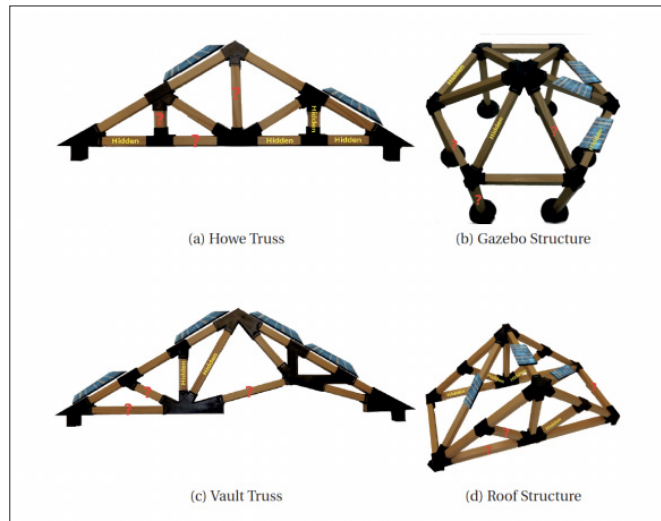
Per sviluppare ulteriormente la compressione intuitiva, il sistema poteva amplificare 500 volte la deformazione delle travi (figura 7-10 a sinistra) o zoomare su una trave e visualizzare ulteriormente la distorsione (figura 7-10 a destra)



**Figura 7-10** • Un altro modo per visualizzare le forze è quello di amplificare la distorsione delle travi come se le travi non fossero fatte di legno.

Come per la TinkerLamp, non ci aspettavamo che le persone in formazione scoprissero da sole le leggi della statica giocando con questa fantastica applicazione, anche per un lungo periodo. Ci sono dei limiti al costruttivismo. L'esplorazione tramite manipolazione va inserita in uno scenario pedagogico. Qui, come nella logistica, l'idea pedagogica alla base era «un momento per raccontare». Le persone in formazione potrebbero incontrare difficoltà e non conoscere realmente le leggi della fisica, ma potrebbero prestare attenzione ad alcuni elementi e porsi domande da affrontare durante la fase di debriefing. Un altro aneddoto che possiamo raccontare è che, quando abbiamo condotto l'ultimo studio, il miglior risultato è stato ottenuto dall'apprendista che lavorava in un'azienda costruttrice di rampe da sci. La fisica intuitiva probabilmente svolgeva un ruolo importante nel suo lavoro. Uno dei peggiori risultati è stato quello di una persona che lavorava in un'azienda che realizza porte.

Abbiamo affrontato anche un'altra questione. Poiché gli apprendisti non manipolavano fisicamente il mock-up in legno o i pesi su di esso, qual è stato il valore aggiunto dell'AR rispetto alla realtà virtuale? Avrebbero potuto fare tutto su un tablet o un normale computer, cambiando i parametri con il dito o il mouse. Qual è stato il valore aggiunto di spostare il tablet intorno al modello come se stessero muovendo una lente su un fungo? Abbiamo ipotizzato che la risposta a questa domanda dipendesse da due parametri – se la struttura fosse bidimensionale o tridimensionale e se fosse o non fosse simmetrica. Abbiamo quindi condotto l'esperimento con i quattro modelli illustrati nella figura 7-11 in alto. Abbiamo avuto 25 studenti che hanno superato il test, con il tablet posto su un treppiede con ruote (quindi mobile) o tra le mani. Abbiamo dato loro tre compiti per struttura. Utilizzando gli eye tracker, abbiamo scoperto che in entrambe le condizioni raramente guardavano direttamente la struttura in legno: solo l'1,2% degli sguardi era rivolto direttamente alla struttura, il che mette in dubbio l'importanza di averla a disposizione. Abbiamo tuttavia scoperto che, per la struttura tridimensionale, gli utenti hanno spostato il tablet intorno alle strutture 3D più che intorno a quelle bidimensionali, come illustrato dalle heat map in figura 7-11 in basso. Inoltre, la nostra analisi ha rivelato che, non appena la persona cambiava posizione, aumentava anche la propensione a guardare la struttura. Durante le interviste, sei partecipanti hanno dichiarato esplicitamente di aver esaminato rapidamente la struttura per decidere i punti di vista successivi. Il risultato principale è che l'osservazione diretta dell'oggetto fisico sembra sostenere l'orientamento spaziale dell'utente nello spazio fisico quando cambia posizione. Semplifica l'allineamento del punto di vista dato dalla telecamera del tablet con il punto di vista naturale della persona. Quindi, ciò si traduce in una più semplice navigazione dello spazio durante l'esperienza AR.



**Figura 7-11** • In alto si trovano i 4 modelli di tetto utilizzati nell'esperimento. In basso, le heat map mostrano la posizione dei tablet intorno alla struttura (al centro) per i quattro modelli e nelle due condizioni: i tablet nelle mani degli apprendisti nella sequenza superiore e i tablet su supporto nella sequenza inferiore.

## Riflessioni sul nostro approccio per aumentare la realtà

Abbiamo sviluppato diversi ambienti AR per la formazione professionale di base. Nel capitolo precedente abbiamo presentato TinkerLamp, che abbiamo sviluppato e utilizzato per gli impiegati di logistica. Il presente capitolo ha introdotto altri due esempi di AR per carpentieri e il capitolo successivo affronta altri ambienti AR – per giardinieri e fioristi. Mentre molti studiosi si sforzano di sviluppare mondi di realtà virtuale (VR) il più possibile simili alla realtà, gli esempi di AR che abbiamo sviluppato per questo progetto differiscono da essa. Nel mondo reale non vediamo forze all'interno di una struttura del tetto a meno che esso non crolli. Il valore aggiunto di StatiCAR è stato infatti quello di **rendere visibile qualcosa che normalmente è invisibile**.

L'aggettivo «aumentato» è piuttosto tecnico. Si riferisce alla sovrapposizione di informazioni digitali su un oggetto reale o su un'immagine reale ripresa da una telecamera. Nel primo caso, quando gli oggetti reali aumentati possono essere manipolati fisicamente – come in TinkerLamp – alcuni autori preferiscono usare il termine «realtà mista» (MR – mixed reality). Questo termine evoca una potente caratteristica condivisa da diverse tecnologie AR e MR: la capacità di offuscare il confine tra il mondo fisico e quello digitale. A differenza della realtà virtuale, in cui l'intera scena visiva è

generata dal computer e l'utente è immerso nell'ambiente virtuale, AR e MR lasciano agli utenti la loro visione del mondo fisico. Si crea un legame bidirezionale tra le entità digitali e fisiche, in cui le prime reagiscono ai cambiamenti della seconda e le seconde si arricchiscono di contenuti generati dal computer.

Gli scaffali in plastica di TinkerLamp erano sia oggetti fisici, sia dispositivi di input. In TinkerLamp, il collegamento fisico-digitale deriva dai progressi della computer vision. Oggigiorno, qualsiasi oggetto può essere un input/output se arricchito da minuscoli sensori o attuatori: l'«*Internet of Things*» crea un continuum tra il mondo fisico e quello digitale. Ciò per via del labile confine tra i due. Mentre TinkerLamp utilizzava una tecnologia ad hoc, la maggior parte degli ambienti AR utilizza visori sulla testa od occhiali trasparenti (attraverso gli occhiali l'utente vede normalmente, ma vengono aggiunte sugli occhiali informazioni digitali). La sfida tecnologica principale dell'AR consiste nell'allineare le informazioni digitali visualizzate e la scena visiva, combinando tecniche di computer vision e localizzazione 3D. Nonostante questa difficoltà, le tecnologie AR popolano già il mercato e i sistemi enterprise-ready sono stati adottati con successo nei luoghi di lavoro industriali.

Le tipiche applicazioni professionali di AR riguardano la manutenzione tecnica di macchine complesse in cui le informazioni tecniche vengono aggiunte a diversi elementi o la procedura di riparazione viene suggerita in un processo graduale. Ad esempio, quando si tratta di modificare l'assetto di una macchina complessa è utile mostrare direttamente su di essa le informazioni relative agli elementi della macchina anziché in un manuale, ad esempio al fine di chiarire cosa il macchinista debba fare, evitando in tal modo errori potenzialmente costosi e pericolosi. Altre applicazioni portano trasparenza: un operaio che deve praticare un foro in un muro o in una strada vede i tubi invisibili in modo da evitarli o trovarli. Questi esempi illustrano come la parola «aumento» possa essere intesa in un senso più ampio del significato tecnico di «sovrapposizione di informazioni». Significa anche «aumentare» nel senso di arricchire con nuove funzionalità il compito svolto dall'utente. L'esempio della foratura apporta un chiaro valore aggiunto a una situazione professionale. Ci aspettiamo che sempre più strumenti AR vengano forniti dalle aziende che vendono apparecchiature ad altre aziende, in quanto ciò può contribuire alla prevenzione di errori o incidenti che, a loro volta, possono aumentare la redditività. Ma quale sarebbe l'equivalente utile funzionalità per l'istruzione? Se ad esempio il sistema fornisse informazioni alle persone in formazione circa il nome di ogni pezzo del motore di un'automobile, potrebbe aiutare i principianti ed evitare incidenti, ma impedirebbe loro di apprendere i nomi di tali pezzi. Qualsiasi protesi potrebbe avere un effetto dequalificante, come un ausilio al galleggiamento inibisce la capacità di imparare a nuotare o la rubrica telefonica di un cellulare implica la mancata conoscenza dei numeri della maggior parte dei propri contatti. Tale è l'argomentazione sui dispositivi diagnostici per automobili, i tablet che i meccanici inseriscono nelle auto moderne: impediscono alle persone in formazione di sviluppare strategie diagnostiche appropriate o semplicemente riflettono la crescente complessità dell'elettronica per auto? Chiaramente, la nostra leading house non è interessata all'AR quale tecnologia dequalificante ma quale modo per acquisire competenze specifiche – e l'ambiente AR deve essere progettato in questo modo, come spiegato in questo capitolo.

## Immersione: percettiva o cognitiva?

Uno degli scopi educativi della VR (più che dell'AR) è quello di creare situazioni di apprendimento in cui situazioni reali non sono accessibili: può essere troppo pericolosa per la persona in formazione stessa (addestramento dei pompieri) o per un'altra persona (addestramento degli infermieri); può essere troppo costosa (riparazione di un motore Rolls Royce), troppo rara (incidente di una funivia), troppo rapida (esplosione), troppo lenta (crescita di un impianto) o troppo piccola (all'interno di un motore o di un recipiente). Un fattore critico per queste applicazioni è la somiglianza con la realtà: un pompiere o un pilota reagirebbe emotivamente come se la situazione fosse reale? Oggi gli infermieri usano spesso simulazioni di pazienti fisici: si comporterebbero allo stesso modo se ci fosse realmente una persona in pericolo? Livelli più elevati di immersione possono andare di pari passo con risultati di apprendimento

più elevati, ad esempio in termini di comprensione concettuale (Georgiou & Kyza, 2018). Non è forse vero che affidiamo la nostra vita a persone addestrate con simulazioni aeree altamente realistiche?

L'AR/VR fornisce alle persone in formazione una nuova esperienza ma, **per trasformare l'esperienza in conoscenza**, è necessario uno strumento per **riflettere su quanto accaduto**. Durante l'addestramento di piloti, pompieri o team di soccorso, questa riflessione viene introdotta durante le opportune sessioni di debriefing. In questo caso, la riflessione non è intesa come una fumosa ricerca del senso della vita ma come uno sguardo retrospettivo su quanto accaduto durante l'esperienza AR/VR, rendendola accessibile all'analisi e all'elaborazione. Con i nostri impiegati di logistica, la riflessione è scaturita da attività concrete quali il confronto delle prestazioni del magazzino, la spiegazione dell'origine delle differenze nelle prestazioni delle diverse configurazioni del magazzino o la previsione di indicatori di prestazione. Con i carpentieri, la riflessione è scaturita dalla lenta rotazione del blocco e dalla previsione dei diversi valori che la proiezione avrebbe conseguentemente potuto comportare.

La ricerca di un senso di immersione è rilevante per le professioni ed è sempre più presente nella formazione professionale di base in ambito sanitario, ma non era uno degli obiettivi del nostro lavoro. Gli ambienti AR/VR che abbiamo sperimentato all'interno della formazione professionale di base non sono stati concepiti per essere immersivi – tranne il mondo Garden VR (cfr. capitolo successivo). Anche per questa VR, in cui i giardinieri camminano nel giardino virtuale da loro progettato, abbiamo in qualche modo sacrificato il realismo visivo per utilizzare tecnologie VR libere (cioè con una risoluzione d'immagine inferiore). Tuttavia, l'immersione non deve essere completamente percettiva; può essere cognitiva. Abbiamo prove aneddotiche di un certo senso di immersione con TinkerLamp. Una persona in formazione ha spiegato di aver sistemato gli scaffali del proprio magazzino in modo da poter fumare senza essere vista dai propri capi e ha riprodotto questa configurazione sulla TinkerLamp. Sembrava proiettare la propria esperienza di un vero magazzino in questo modello semplificato con pochi scaffali. Un aneddoto simile proviene da una lezione di carpenteria a Lucerna; ci è stato mostrato un modello fisico di un tetto in acciaio ma hanno ammesso di aver smesso di usarlo perché gli studenti avevano difficoltà a credere che una trave metallica si comportasse come una trave in legno. Hanno trovato il nostro modello in legno arricchito da informazioni digitali più accettabile.

Gli aneddoti non creano teorie. L'aspetto interessante è tuttavia che gli scaffali in plastica di TinkerLamp o i blocchi in legno di TapaCarp non presentano alcuna fedeltà visiva con oggetti reali che hanno forme, dimensioni e colori diversi. **Abbiamo sacrificato la fedeltà percettiva in favore dei benefici cognitivi**. Per essere realistici, la persona in formazione dovrebbe smantellare gli scaffali per spostarli; tuttavia, ciò non svolgerebbe alcun ruolo nell'ottimizzazione del layout dei magazzini. Analogamente, gli apprendisti nella simulazione di carpenteria non avrebbero potuto modificare le dimensioni di una trave senza uno sforzo enorme e costoso.

In altre parole, il realismo percettivo che porta all'immersione può essere fondamentale per l'apprendimento in cui la gestione emotiva delle situazioni critiche è un obiettivo di apprendimento. Ciò non era necessario per innescare i processi cognitivi che portano a risultati di apprendimento nell'ottimizzazione dei magazzini o nelle successive applicazioni di carpenteria. Invece di creare la sensazione di immersione, abbiamo notato una forma di **proiezione**: le persone in formazione si proiettavano all'interno del mock-up del magazzino. In fin dei conti, non c'è da sorprendersi. Se leggete un romanzo in cui il personaggio si trova sul fianco di una montagna e ha perso i guanti e la piccozza quando si rende conto che una grande tempesta raggiungerà il crinale in pochi minuti, non proiettate anche voi stessi su quel crinale? Le semplici parole possono spaventare i lettori, renderli ansiosi, felici o farli innamorare: la proiezione in una situazione avviene quando il nostro cervello è capace di creare o reinventare scenari visivi a partire da materiale verbale, testi o idee. Questa creazione è individuale: due apprendisti che utilizzano TinkerLamp possono evidenziare diversi scenari visivi, mappando il mock-up astratto con il vero magazzino in cui lavorano, ad esempio, alcuni all'esterno (materiale da costruzione), altri all'interno di celle frigorifere. Allo stesso modo, alcuni lettori immaginano l'alpinista in pericolo come un vecchio, altri come una giovane donna.

## Trasposizione didattica e computazionale

Quando abbiamo mostrato la TinkerLamp ai professionisti della logistica, vale a dire ai responsabili del deposito della farmacia di un grande ospedale, questi ultimi hanno espresso il loro interesse a utilizzarla quale strumento di ottimizzazione per se stessi anziché come strumento di formazione per i loro apprendisti. Abbiamo dovuto scoraggiarli: TinkerLamp è una simulazione semplificata, non uno strumento professionale. Lo stesso vale per la nostra AR per l'esplorazione della statica rivolta ai carpentieri (StaticAR): carpentieri professionisti che devono ad esempio progettare un palazzetto dello sport, utilizzano software molto sofisticati, costosi e accreditati, non i nostri strumenti didattici. I nostri strumenti AR apportano una certa semplificazione della realtà che potrebbe essere utile per comunicare ai clienti ma, soprattutto, hanno una funzione didattica definita «trasposizione didattica».

La comunità educativa francese comprende i cosiddetti «didacticiens» (didatti disciplinari), studiosi specializzati in una sola disciplina. Consideriamo i didatti della fisica. La loro esperienza nell'epistemologia delle scienze ha rivelato le differenze fondamentali tra ciò che viene insegnato a scuola e lo stato delle conoscenze scientifiche. Tale differenza è nota come «trasposizione didattica» (Bronckart & Plazaola Giger, 1998). Riassumendo, ciò che viene insegnato è spesso necessariamente un sottoinsieme delle conoscenze scientifiche, una semplificazione. La prima volta che viene insegnato il moto di un proiettile, l'insegnante di fisica può introdurre l'angolo, la velocità iniziale e la gravità ma, probabilmente, trascurerà di menzionare l'attrito dell'aria e la forza di Coriolis. Allo stesso modo, TinkerLamp offre numerose semplificazioni: tutti gli scaffali sono uguali, tutti gli articoli sono uguali (non merci fresche, congelate o fragili).

La trasposizione didattica dovrebbe essere una decisione esplicita presa dall'insegnante o dal progettista. Quando il sistema include una simulazione, vi è anche una trasposizione computazionale (Balacheff, 1994). Essa si riferisce al fatto che un modello computazionale è sempre un'approssimazione del fenomeno reale. La TinkerLamp ha un semplice modello di magazzino, in cui i carrelli elevatori viaggiano alla stessa velocità indipendentemente dal carico trasportato. Non rallentano quando svoltano, necessitano dello stesso tempo per posizionare un oggetto sul livello inferiore e su quello superiore di uno scaffale e così via. Questi dettagli non sono importanti per capire i principi della logistica, ma è importante segnalarli nell'educazione delle persone in formazione. A seconda della professione e della materia di studio, tale consapevolezza può essere dedotta in modi diversi. Ad esempio, è possibile confrontando fenomeni reali e modelli simulati. Nell'approccio proposto da Salzmann, Gillet e Huguenin (2000), gli studenti hanno preso coscienza dell'approssimazione computazionale mettendo in relazione le misure prese da un vero e proprio azionamento elettrico con quelle provenienti da una simulazione in MatLab®. Le persone in formazione incontreranno un numero crescente di modelli computazionali nella loro vita, quindi devono essere consapevoli delle approssimazioni fornite da tali strumenti e delle loro implicazioni.

In sintesi, gli strumenti AR presentati in questo libro sono il risultato di una trasposizione sia didattica, sia computazionale. Ad esempio, StaticAR non implementa l'analisi dello stato di sollecitazione delle giunzioni in una struttura del tetto. Le giunzioni sono modellate come se fossero infrangibili per due motivi: sembra una ragionevole semplificazione per le persone in formazione che si avvicinano concettualmente alla statica; se non fossero stati concepiti in questo modo, StaticAR avrebbe richiesto una modellazione complessa dei collegamenti in legno e degli elementi di fissaggio.

## In conclusione

Gli ambienti che abbiamo sviluppato per i carpentieri "aumentano" tecnicamente le attività didattiche con informazioni visive relative agli oggetti in legno utilizzati nelle attività. Considerando il significato pedagogico di «aumento», gli esperimenti hanno evidenziato il valore aggiunto (come il legame dinamico verso proiezioni ortogonali) e i limiti (ad esempio il blocco tangibile che non cambia nel tempo nell'attività di taglio). Gli esperimenti hanno anche rivelato che le insidie si nascondono nei dettagli, l'approccio "see-through" è ad esempio più rilevante per le strutture tridimensionali che per quelle bidimensionali.

Il punto principale del nostro discorso riguarda il termine «realtà» in AR. Mentre molti studiosi si sforzano di sviluppare mondi in VR il più possibile simili alla realtà, gli esempi di AR finora differiscono da essa. Nel mondo reale non vediamo forze all'interno di una struttura del tetto a meno che esso non crolli. Il valore aggiunto di StaticAR è stato infatti quello di **rendere visibile qualcosa che normalmente è invisibile**. Nel mondo reale non è possibile vedere contemporaneamente un oggetto da due punti di vista ortogonali come in TapaCarp (a meno che non si utilizzino specchi). Consideriamo ora TinkerLamp. Nel mondo reale non spostiamo 4 scaffali con due dita e non riorganizziamo un magazzino in 30 secondi. Il valore aggiunto consiste nel rendere **possibile ciò che normalmente è impossibile** nel mondo reale.

In altre parole, la progettazione di un'AR deve combinare due proprietà. La prima è che la situazione simulata dovrebbe avere maggiore plausibilità cognitiva rispetto al realismo figurativo: le persone in formazione con TinkerLamp o StaticAR manipolano rappresentazioni semplificate che, tuttavia, permettono di innescare l'attività cognitiva del destinatario. La seconda proprietà potrebbe essere più sorprendente per il lettore. **L'aumento pedagogico offerto da questi ambienti AR deriva dalle loro differenze dalla realtà**: vedere l'invisibile o sperimentare qualcosa di realistico (in una certa misura) ma solitamente non accessibile o impraticabile. Ciò non riguarda solo le differenze percettive (rendendo visibile l'invisibile) ma anche le differenze di interazione: **cosa si può manipolare facilmente nell'AR che non si può facilmente fare nella realtà**. Non tutte le cose «impossibili» sono pedagogicamente interessanti (ad esempio mettere due elefanti sul tetto). Riteniamo che il futuro dell'AR per l'istruzione in generale e la formazione professionale di base in particolare consisterà nella capacità dei progettisti di inventare le differenze tra AR e realtà e nel dimostrare che esiste un valore educativo aggiunto per il compito di apprendimento in questione.



## Capitolo 8

# Espandere l'esperienza: la storia dei giardinieri

Pierre Dillenbourg, Kevin Gonyop Kim

Man mano che le domande della nostra ricerca si sono evolute nel corso degli anni, abbiamo esplorato anche diversi ambiti professionali. Il presente capitolo riporta il lavoro che abbiamo condotto con giardinieri e fioristi. Esplora ulteriormente il valore pedagogico dell'AR, proseguendo da dove eravamo rimasti con i carpentieri. Nelle conclusioni del capitolo precedente abbiamo sottolineato che una caratteristica pedagogica fondamentale di un'AR educativa risiede nella differenza delle interazioni che offre rispetto alla realtà: cosa si può manipolare facilmente nell'AR che non si può facilmente fare nella realtà. Negli strumenti AR presentati in questo capitolo, la persona in formazione sarà infatti in grado di fare cose che solo i maghi o gli dèi possono fare: cambiare il colore dei fiori, spostare il sole o visitare il futuro. Ciò che riportiamo qui è principalmente il lavoro di Kevin Gonyop, Catharin Oertel e Joseph Vavala.

## Espandere l'esperienza

Le pratiche sul posto di lavoro possono comprendere routine stagionali durante le quali le persone in formazione svolgono ripetutamente lo stesso compito. I giovani meccanici di un'officina svizzera trascorreranno probabilmente sei settimane in autunno non facendo altro che montare gli pneumatici invernali. Ogni proprietario di auto si precipita in officina al primo segnale dell'approssimarsi dell'inverno. Queste numerose ripetizioni dello stesso compito rafforzano le capacità degli studenti e contribuiscono ampiamente a rendere le persone in formazione più efficienti e affidabili grazie all'introduzione di routine dedicate, un vantaggio largamente apprezzato in molte professioni. Nessun proprietario di auto apprezzerrebbe un apprendista innovativo nello svolgimento di tali compiti di routine. In altre professioni, invece, l'immaginazione di soluzioni alternative e l'elaborazione di proposte straordinarie può essere maggiormente apprezzata. Eppure, mentre gli apprendisti fioristi possono trascorrere giorni e giorni non componendo altro che bouquet di rose rosse quando si avvicina il giorno di San Valentino, a nessuno piacerebbe davvero vedere tutte le decorazioni per la tavola uguali o il bouquet di ogni coniuge assomigliare esattamente a quello dei propri fratelli e amici. Molte PMI sono specializzate in un qualche tipo di prodotto che definisce la loro nicchia di mercato o il loro stile ma ne limita l'esperienza e la creatività che una persona in formazione acquisirà durante il proprio apprendistato.

Tale situazione crea una sorta di «divario di creatività» in cui gli apprendisti hanno poche opportunità di sviluppare le loro capacità di pensiero divergenti all'interno dei loro settori. Come abbiamo precedentemente spiegato, le giornate scolastiche compensano in parte questo inconveniente, poiché gli apprendisti condividono le esperienze con altri apprendisti formati in diversi posti di lavoro. La piattaforma e-DAP (capitolo 3) e la piattaforma Realto (cfr. capitoli 4 e 5) incoraggiano esplicitamente tale condivisione di esperienze tra pari. L'approccio che abbiamo seguito in questo progetto è stato quello di considerare **l'AR come un altro modo per espandere l'esperienza sul posto di lavoro e sviluppare creatività e immaginazione**. Espandere significa partire da un'esperienza reale, vale a dire da un vero bouquet o da un progetto di giardino su cui l'apprendista abbia lavorato. Questa è la «R» in AR. La «A» consiste nella produzione di una diversità di oggetti derivati da quello reale, espandendo virtualmente l'insieme di oggetti che gli apprendisti hanno incontrato, ampliandone virtualmente l'esperienza e aprendo loro la mente a soluzioni o proposte alternative.

In altre parole, **esploriamo strumenti AR che generino innumerevoli oggetti virtuali che potrebbero essere prodotti quali variazioni dell'oggetto reale iniziale**. Immaginate che la composizione dell'oggetto sia una sequenza di dieci scelte con cinque opzioni ciascuna: tipo di fiore - da uno a cinque; colori - da uno a cinque, lunghezza - da uno a cinque. Combinando tutte le opzioni con tutte le scelte si ottiene

uno spazio progettuale di 510 opzioni, vale a dire uno spazio con quasi dieci milioni di composizioni possibili. In primo luogo, ciò potrebbe portare il futuro progettista a perdersi in questo universo altamente dimensionale. In secondo luogo, questa visione combinata è un modo molto astratto e molto accademico di considerare la composizione. Trascura la fattibilità di alcune configurazioni nonché la cultura, l'eleganza, la funzionalità, i costi, la durata e le aspettative del cliente. Da un punto di vista educativo, tuttavia, rimane la domanda: un apprendista potrebbe trarre vantaggio dalla navigazione in uno spazio progettuale come questo, vale a dire lo spazio delle possibili varianti ottenute da un oggetto di base? La nozione di spazio progettuale potrebbe non essere affatto intuitiva.

## Esplorare lo spazio di progettazione

Nel modello Erfahrraum (cfr. capitolo 2), le persone in formazione catturano la loro esperienza sul posto di lavoro con vari mezzi, tra cui immagini e video. Eravamo interessati a fare un ulteriore passo avanti catturando esperienze come oggetti tridimensionali. Le possibilità di elaborazione delle immagini dei telefoni cellulari, nel frattempo, sono migliorate così tanto da poter semplicemente riprendere un oggetto con una telecamera mobile girandogli attorno, generandone un modello tridimensionale. Naturalmente è difficile mostrare immagini tridimensionali in questo libro ma il bouquet a sinistra nella figura 8-1 è un oggetto tridimensionale che può essere ruotato su qualsiasi asse. La qualità del rendering è tutt'altro che perfetta, soprattutto per strutture interne complesse, avendo noi utilizzato un software gratuito. Siamo stati ispirati dalla possibilità di applicare una trasformazione visiva dei colori, come se usassimo una tavolozza diversa, generando bouquet come i due presentati in figura 8-1 accanto al bouquet originale.



**Figura 8-1** • Il bouquet a sinistra è un modello tridimensionale prodotto facendo un tour a 360° del vero bouquet con la telecamera di un cellulare. I due bouquet successivi sono generati virtualmente modificando i colori del primo.

Questi primi tentativi hanno dato il via all'idea centrale di questo capitolo: cosa succederebbe se permettessimo alle persone in formazione di esplorare virtualmente lo spazio delle variazioni del loro oggetto? Abbiamo unito il nostro concetto generale di Erfahrraum con la possibilità di ampliare l'esperienza nel concetto di «Breiterfahrraum» (uno di noi ama creare neologismi).

Lo spazio di progettazione che circonda ogni oggetto possiede un'infinità di dimensioni che non sono diverse se si considera un bouquet, un giardino, una sedia o un dolce. Abbiamo deciso di esplorare **tre dimensioni di espansione**, vale a dire tre tipi di trasformazioni che possono essere applicate a un oggetto per generare un altro oggetto nello spazio.

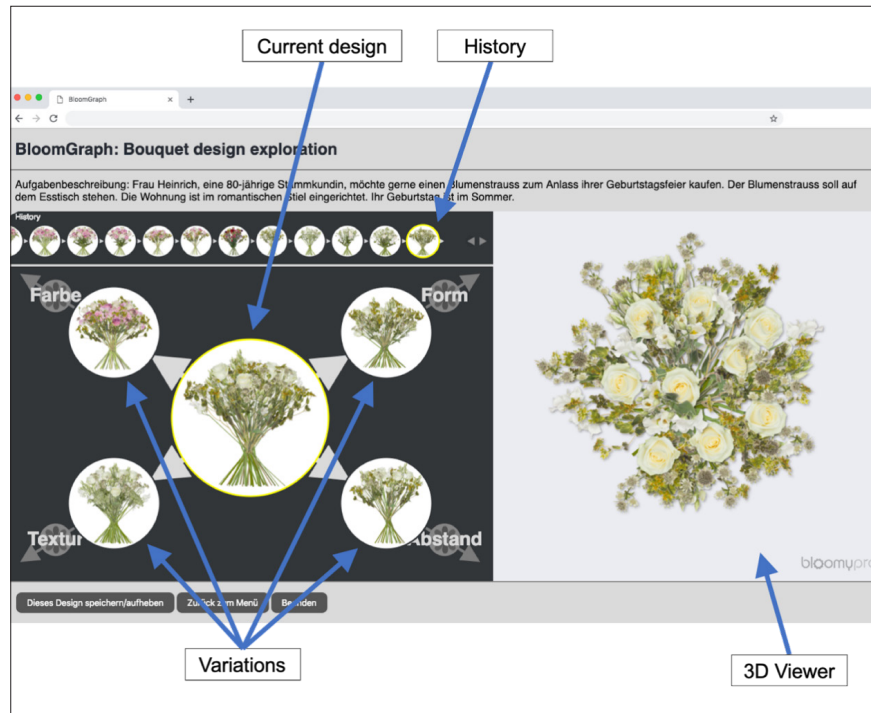
- **Dimensione parametrica:** partendo dall'oggetto X, modificando una o più caratteristiche (ad es. colore, struttura) in modo da generare l'oggetto X' e iterativamente X'', X''' ecc.
- **Dimensione temporale:** partendo dall'oggetto X, calcolando come apparirebbe in un orario diverso: mattina o pomeriggio, primavera o autunno, ora o tra cinque anni. L'abbiamo applicato alla progettazione del giardino. Non si applicherebbe ad altri oggetti che non subiscono molte modifiche nel tempo come, ad esempio, una sedia.
- **Dimensione sociale:** partendo dall'oggetto X – progettato dall'apprendista A – e dall'oggetto Y – progettato dall'apprendista B – si genera un nuovo oggetto che mescola le caratteristiche di X e Y, come due esseri umani che combinano i propri geni nel generare un figlio.

La scelta di questi assi tra molti possibili è nata dall'osservazione delle difficoltà incontrate dalle persone in formazione durante la loro attività quotidiana come, ad esempio, immaginare le variazioni di un bouquet o l'evoluzione futura di un giardino. Esploreremo questi assi nelle prossime sezioni e riferiremo di esperimenti che hanno indagato come le persone in formazione navighino lungo questi assi.

### La dimensione parametrica (con i fioristi)

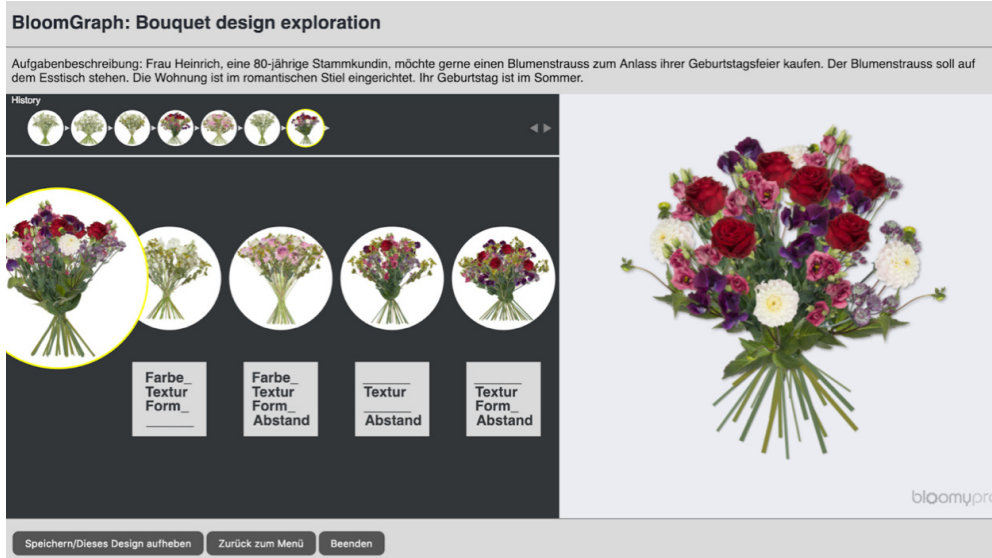
Un bouquet di fiori ha più caratteristiche modificabili del solo colore, come illustrato nella figura 8-1. Dopo aver discusso con gli insegnanti, abbiamo esplorato altre tre caratteristiche (cfr. figura 8-2): la consistenza, la forma globale del bouquet e la spaziatura tra i fiori (Kim et al., 2021). Per questo abbiamo utilizzato BloomyPro, un pacchetto software oggi utilizzato da 300 scuole e sviluppato da un'omonima azienda olandese che ha gentilmente collaborato con noi. La loro piattaforma utilizza una raccolta di modelli 3D ad alta risoluzione di 3'877 fiori, presentati singolarmente, che consente agli utenti di assemblarli in qualsiasi disposizione possibile.

Volevamo sapere come le persone in formazione avrebbero esplorato questo spazio generativo partendo da un bouquet iniziale. Il bouquet iniziale (in questo esperimento da noi progettato) è posto al centro della parte sinistra dello schermo (figura 8-2). L'apprendista può ispezionarne una versione più grande sulla parte destra del display, effettuando qualsiasi manipolazione tridimensionale. Intorno al progetto corrente, il sistema propone quattro nuovi progetti modificandone il colore, la forma, la struttura o la spaziatura. Scegliendo ad esempio quello in alto a destra, esso si posiziona al centro quale nuovo «progetto corrente» e vengono proposte quattro nuove varianti. Per evitare che le persone in formazione si perdessero in questo cyberspazio, la barra in alto elenca la cronologia dei design precedenti.



**Figura 8-2** - Esplorazione dello spazio di progettazione (spiegazioni nel testo) – modalità non lineare

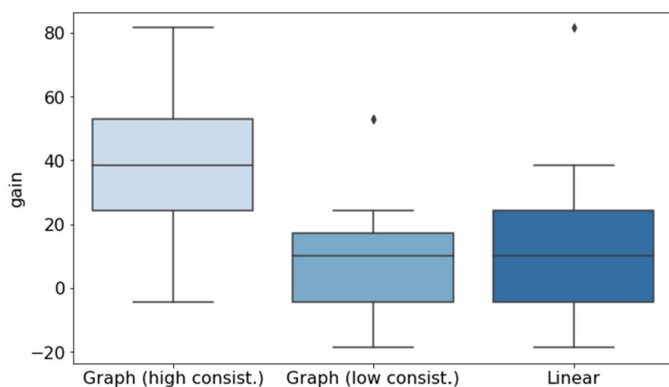
Questa interfaccia proponeva quattro direzioni di navigazione nello spazio di progettazione al fine di promuovere un'esplorazione strutturata anziché un percorso casuale. Ci siamo chiesti se le persone in formazione si sarebbero sentite a loro agio navigando in questo spazio di progettazione strutturato ma non lineare. L'abbiamo quindi confrontato con qualcosa di più familiare, un'interfaccia lineare (figura 8-3), utilizzando esattamente lo stesso insieme di bouquet. In questa interfaccia lineare vengono proposte quattro varianti casuali del progetto attuale in una formazione lineare. Ricorda il modo in cui la gente scorre un catalogo o i risultati di una query di ricerca. Per fornire la stessa quantità di informazioni della condizione sperimentale, ogni variazione nella condizione lineare è provvista di un tag che mostra quali attributi siano stati modificati dal progetto corrente. Come per la condizione grafica, i partecipanti hanno avuto accesso alla loro cronologia e alla visualizzazione in 3D. La differenza tra le due interfacce è il modo in cui presentiamo gli stessi dati. Ci permette di vedere se le persone in formazione siano in grado di navigare lo spazio di progettazione attraverso un'interfaccia grafica. Il breve testo in tedesco nella parte superiore della finestra spiega chi sia la cliente (una donna 80enne) e perché stia comprando dei fiori (un compleanno). Al termine della loro esplorazione, le persone in formazione dovevano scegliere il bouquet più appropriato per questa particolare cliente.



**Figura 8-3** - Esplorazione dello spazio di progettazione (spiegazioni nel testo) – modalità lineare

Abbiamo confrontato le modalità di navigazione lineare e grafica di 44 apprendisti fioristi (43 di sesso femminile, al contrario dei precedenti studi con impiegati di logistica e carpentieri). Le persone che hanno utilizzato l'interfaccia lineare (condizione lineare) hanno esplorato in media più bouquet rispetto a quelle che hanno utilizzato l'interfaccia con quattro direzioni esplorabili (condizione grafica). Tuttavia, è nella condizione lineare che abbiamo osservato grandi variazioni. Il tempo di esplorazione è stato invece significativamente più lungo nella condizione grafica. Pertanto, nella condizione grafica, le partecipanti hanno trascorso maggior tempo su un minor numero di bouquet. Questi risultati possono ricordare al lettore i nostri sforzi per rendere gli utenti di TinkerLamp più riflessivi. Per stabilire se ciò fosse vero anche in questo caso, abbiamo proseguito con ulteriori analisi statistiche.

Come sempre, abbiamo calcolato il margine di apprendimento tramite un pre e un post-test ma non si è rivelata alcuna differenza significativa. Non ci aspettavamo nessuna differenza. Eravamo più curiosi di vedere come le persone in formazione navigassero utilizzando le diverse interfacce. Per i partecipanti nella condizione grafica abbiamo confrontato la coerenza della loro strategia di navigazione, vale a dire se esplorassero sistematicamente una dimensione, ad esempio il colore, o se a volte modificassero il colore o la distanza tra i fiori in modo non sistematico. Il gruppo dalla coerenza maggiore (N = 12) presentava margini di apprendimento significativamente maggiori rispetto al gruppo dalla coerenza minore. La figura 8-4 mostra i margini di apprendimento dei due gruppi e quello del gruppo lineare. Altrettanto significativa è anche la differenza tra il gruppo a elevata coerenza e il gruppo lineare.



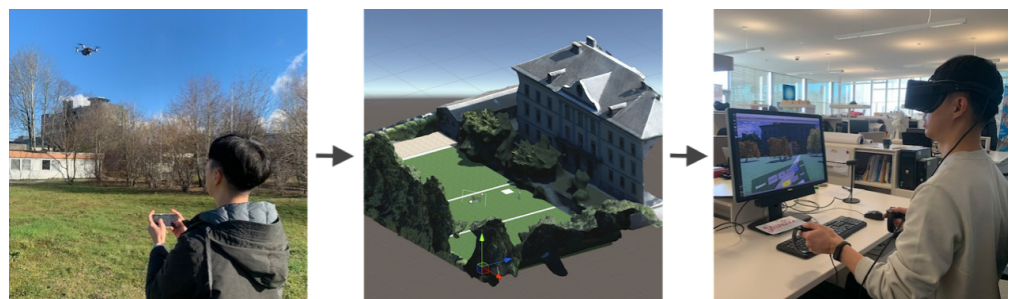
**Figura 8-4** - Confronto dei margini di apprendimento per studenti dalla maggiore e minore coerenza nella propria strategia di navigazione, rispetto a quella degli studenti che hanno utilizzato la modalità lineare (Kim et al., 2021)

Ciò che concludiamo da questo studio converge con le precedenti osservazioni sugli impiegati di logistica. L'apprendimento con un ambiente esplorativo aperto non è un dato di fatto. Esso richiede un certo grado di coerenza nella strategia di esplorazione. Nello studio sui fioristi, alcuni studenti sembrano avere spontaneamente adottato una strategia migliore di altri. Nello studio sugli impiegati di logistica abbiamo progettato schede di orchestrazione per rafforzare una buona strategia. Ciò non si è rivelato una sorpresa per i ricercatori in educazione. È ben documentato (De Jong & Van Joolingen, 1998) che l'apprendimento da una simulazione dipende dalle capacità metacognitive dello studente e che, pertanto, gli ambienti di apprendimento esplorativo devono offrire strumenti che compensino le capacità di regolazione inferiori, vale a dire devono costituirsi come una sorta di protesi metacognitiva.

### La dimensione temporale (con i giardinieri)

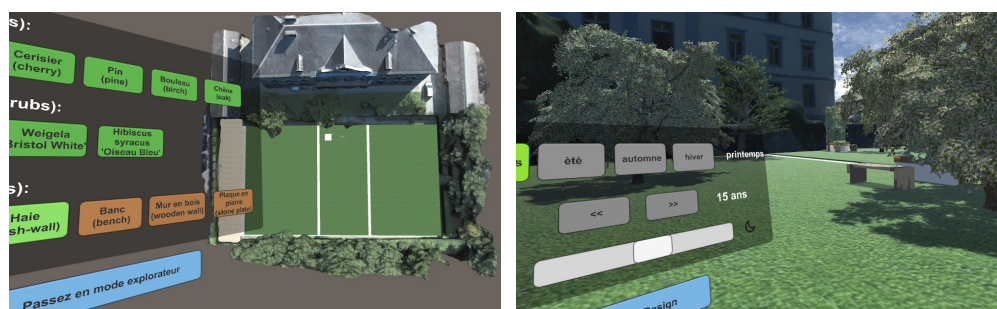
Vi sono professioni in cui non è facile rimediare a un errore. Se la vostra parrucchiera vi taglia i capelli troppo corti, non c'è modo di tornare indietro. Se qualche anno fa un giardiniere avesse collocato un albero in modo tale da gettare un'ombra sulla vostra cucina, non avrebbe potuto spostare l'albero adulto a costi ragionevoli. Tali professioni richiedono una competenza specifica per prevedere il risultato del lavoro non solo al termine del processo di progettazione ma anche a qualche settimana o anno di distanza. Sia i parrucchieri, sia i giardinieri utilizzano strumenti per condividere la loro visione con i loro clienti (immagini, schizzi) ma non hanno bisogno di strumenti per se stessi. **I professionisti hanno accumulato abbastanza esperienza da prevedere il futuro.** Non è così per gli apprendisti. Naturalmente, per i primi anni della loro carriera, le persone in formazione non decidono dove mettere cosa all'interno di un nuovo giardino ma applicano solo il piano (progetto) del giardino progettato dai loro capi. I capi non li pagherebbero per ripiantare lo stesso cespuglio tre volte in un luogo diverso. Abbiamo tuttavia esplorato la possibilità che l'AR consente agli apprendisti di progettare un giardino, osservandone il futuro in 3D e modificandolo ogni volta che lo desiderano (Kim et al., 2021b).

Nell'esplorazione dello spazio di tutti i giardini possibili partiamo dalla realtà, un vero giardino. La differenza rispetto ai fiori è che non basta ruotare intorno ad esso con la videocamera di uno smartphone. Pertanto, l'apprendista o l'insegnante lancia un drone economico con una telecamera che copra sistematicamente tutto lo spazio del giardino (figura 8-5 a sinistra). Le foto raccolte vengono inviate a uno strumento online, come DroneDeploy o Pix4D, che ricostruisce lo spazio in 3D (figura 8-5 al centro). L'apprendista utilizza quindi un visore montato sulla testa per attraversare ed esplorare lo spazio ricostruito (figura 8-5 a destra). L'applicazione VR per giardini è stata sviluppata per Oculus Rift utilizzando il software Unity 3D. I modelli 3D degli alberi sono stati creati utilizzando SpeedTree, una raccolta online in cui è possibile acquistare modelli 3D per centinaia di piante in diversi stadi di crescita e stagioni.



**Figura 8-5** • Il drone esplora lo spazio e riprende con la telecamera (a sinistra); lo spazio 3D viene ricostruito (al centro) e l'apprendista si immerge nello spazio 3D (a destra) con un visore montato sulla testa (Kim et al., 2020).

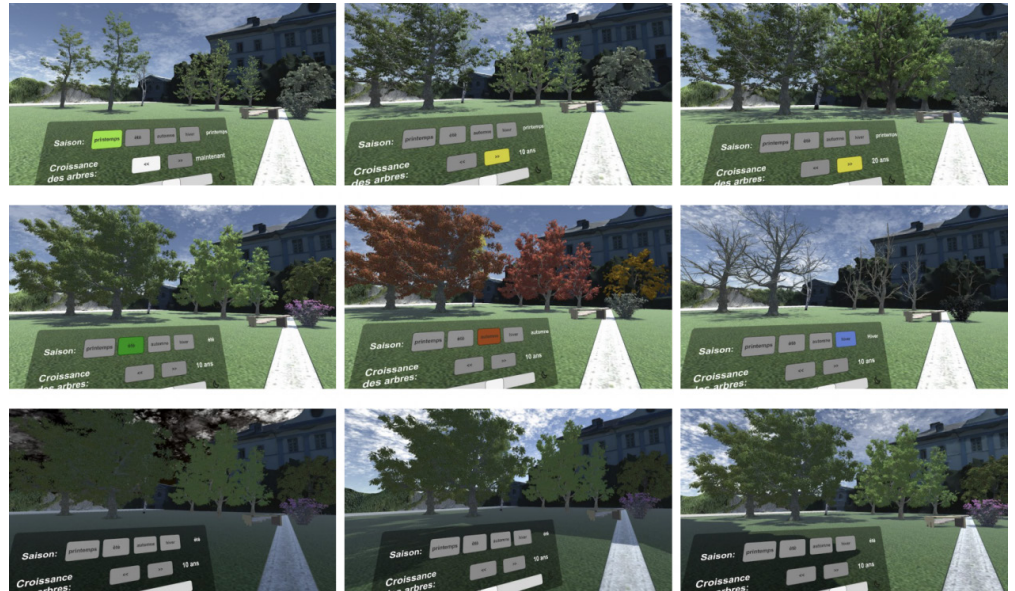
Rispetto ai precedenti ambienti AR che abbiamo sviluppato, questo è immersivo: l'apprendista può camminarci dentro, ruotare la testa, guardare verso l'alto o verso il basso; c'è anche una lieve brezza che scuote dolcemente le fronde degli alberi. Tuttavia, dalla storia della TinkerLamp abbiamo imparato che gli apprendisti devono talvolta allontanarsi dalla realtà, alternando «heads in» e «heads out» per incentivare analisi, riflessioni o confronti. Per tale ragione abbiamo previsto due modalità che gli apprendisti possono alternare. La modalità esplorativa (figura 8-6 a destra) è immersiva; fornisce una **visione egocentrica** in cui è loro possibile camminare nel giardino che hanno progettato. La modalità di progettazione (figura 8-6 a sinistra) offre una **visione esocentrica**: gli apprendisti vedono il giardino dall'alto e possono posizionarvi oggetti come gli alberi. Questa prospettiva esocentrica è stata ispirata dal modo in cui oggi i giardinieri lavorano con i disegni su carta. Passando tra le due modalità, gli studenti possono sperimentare diverse prospettive sulla progettazione. Come illustrato nella figura 8-5 (a destra), le persone in formazione utilizzano due controller, uno in ciascuna mano. Il controller di destra può puntare a un oggetto e interagire con esso (con un clic del mouse). Quello di sinistra apre un menu che mostra le funzioni disponibili. Nella modalità di progettazione, il menu mostra gli oggetti che possono essere posizionati nel giardino, mentre nella modalità esplorativa mostra le opzioni per esplorare il giardino, compresi il cambio di stagione e la crescita degli alberi. Nella modalità esplorativa ci si può anche muovere nel giardino utilizzando la levetta sul controller di sinistra.



**Figura 8-6** • Le viste esocentrica (a sinistra) ed egocentrica (a destra) di un giardino

Lo spazio di progettazione segue una dimensione parametrica: dal giardino iniziale, gli apprendisti possono posizionare  $N$  oggetti in  $M$  posizioni, essendo il prodotto  $NM$  estremamente grande. Tuttavia, abbiamo voluto esplorare la dimensione temporale, vale a dire la possibilità di simulare l'aspetto del giardino progettato in diversi momenti nel tempo, come illustrato nella figura 8-7:

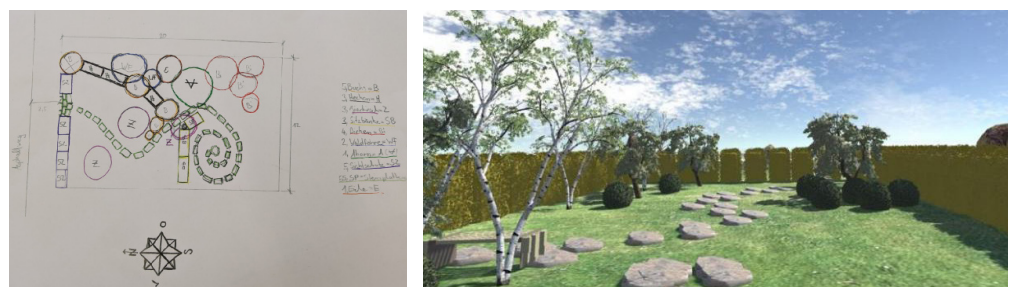
- **Orario:** la persona in formazione può cambiare l'ora della giornata per vedere dove cadranno le ombre nei diversi momenti della traiettoria solare, un aspetto importante per la posizione relativa tra le piante (una pianta che fa ombra su un'altra) nonché per l'esperienza del cliente (ombre sul terrazzo, sul balcone, sulla cucina ecc.).
- **Stagione:** la persona in formazione può passare da una stagione all'altra per visualizzare come apparirebbe il giardino progettato (l'inverno sembra un po' deprimente non avendo noi aggiunto la neve).
- **Anno:** la persona in formazione può modificare l'anno di crescita dal primo al quinto stadio, un aspetto importante tanto per le piante quanto per l'edificio. Ciò fornisce una rappresentazione imperfetta di ciò che un professionista visualizzerebbe.



**Figura 8-7** - Navigazione nel tempo: modificando l'ora del giorno (riga inferiore), la stagione (riga centrale) e l'età del giardino (riga superiore)

Queste caratteristiche di navigazione temporale illustrano le conclusioni del capitolo precedente: l'interesse pedagogico delle applicazioni AR è quello di **rendere possibile l'impossibile**. Nessuno è in grado di muovere il sole (modificando l'orario), cambiare la stagione o viaggiare nel futuro. Non si tratta di imitare la realtà, anche se l'AR dispone di un certo realismo visivo. Si tratta di **fuggire dalla realtà**.

Ciò naturalmente ha senso solo se vi è un margine di apprendimento per le persone in formazione. Abbiamo condotto un esperimento con 30 apprendisti giardinieri (26 di sesso maschile) provenienti da due scuole di formazione professionale di base. Considerando l'importanza del compito per il curriculum, abbiamo reclutato solo studenti specializzati in paesaggistica ma non nella produzione vegetale. Per omogeneità del gruppo abbiamo anche limitato il nostro campione agli studenti del secondo anno del curriculum triennale. Essi hanno appreso le regole di progettazione per il giardinaggio per due semestri ma hanno un'esperienza limitata nella progettazione dei giardini stessi. Abbiamo confrontato il loro progetto digitale (figura 8-8 a destra) con i tradizionali progetti con carta e penna (figura 8-8 a sinistra) in un disegno sperimentale within-subjects: in 14 hanno progettato un giardino prima su carta e poi in VR e in 16 hanno seguito il processo inverso per controbilanciare l'effetto dell'ordine.



**Figura 8-8** - Due modalità di progettazione del giardino: carta e penna contro AR

Abbiamo chiesto a due insegnanti di giardinaggio di valutare la qualità dei giardini progettati in base a tre criteri da loro proposti: composizione, proporzione e creatività. L'analisi statistica ha rivelato risultati interessanti: (1) non vi è stata alcuna differenza significativa per quanto riguarda il criterio di «composizione», (2) i progetti in VR hanno ottenuto voti migliori in termini di «proporzione» e (3) carta e penna hanno prodotto disegni più creativi. Tuttavia, analizzando l'effetto dell'ordine, disegnando dapprima su carta prima di usare l'AR si ottengono progetti nettamente migliori

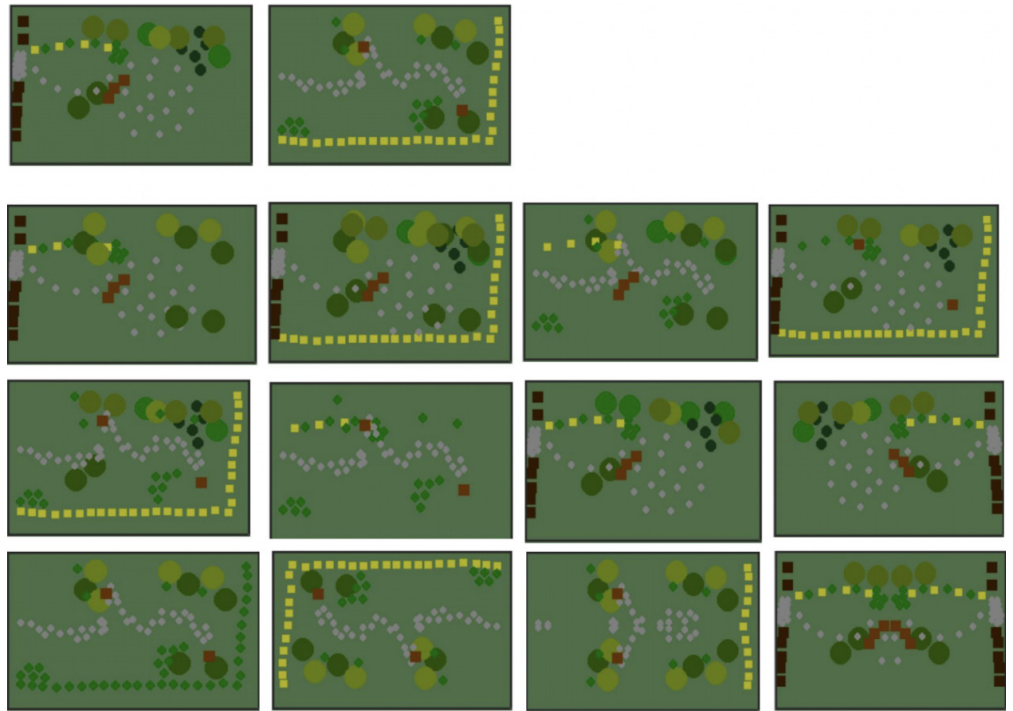


per quanto riguarda le proporzioni e i criteri di composizione. Utilizzando l'AR nella seconda parte, gli apprendisti hanno trascorso molto più tempo con una visione esocentrica e tale percentuale temporale è stata significativamente correlata (.426) con la qualità della progettazione. Si tratta di un risultato molto interessante per due motivi: il primo è che, poiché il disegno cartaceo è ancor più «heads out» rispetto alla visione esocentrica dell'AR, la combinazione di entrambi sembra avere effetti significativi, confermando le nostre conclusioni sulla simulazione con gli impiegati di logistica.

Il secondo è che tendiamo a confrontare le prestazioni degli strumenti digitali con l'uso di metodi cartacei classici, utilizzati come termine di paragone. Questo paragone risponde alla domanda che generalmente ogni insegnante, direttore scolastico o responsabile delle decisioni ci pone. Nella pratica quotidiana, tuttavia, non c'è bisogno di opporre la carta al digitale. Questo libro è pieno di storie che illustrano con precisione la loro complementarità.

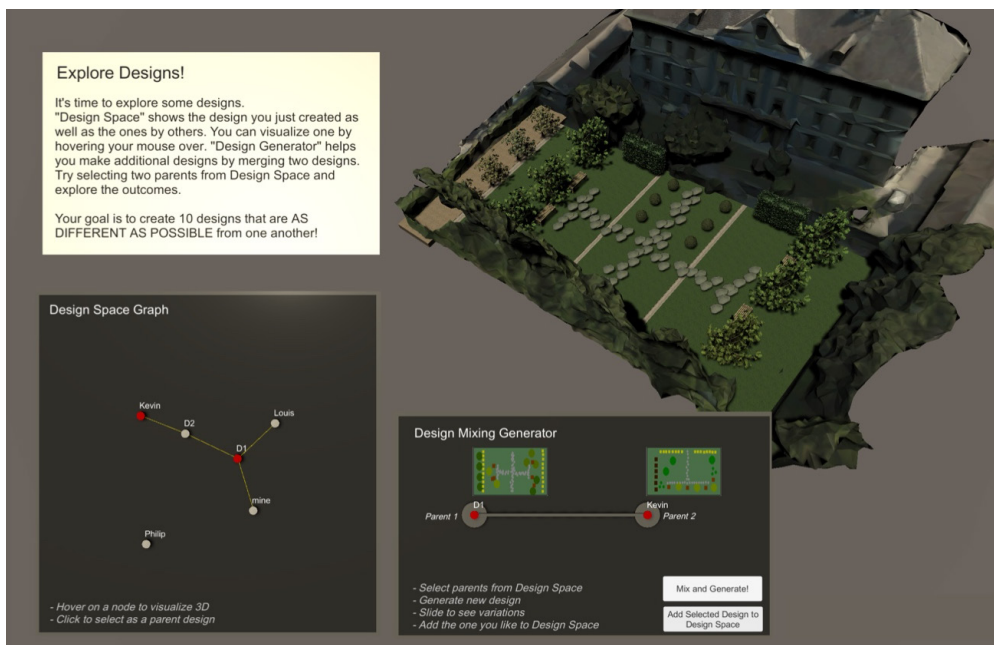
## La dimensione sociale

Le due sezioni precedenti hanno presentato alcuni modi per esplorare digitalmente lo spazio di progettazione per le produzioni degli apprendisti. Ora immaginate che 20 giardinieri disegnino ognuno un giardino su carta e gli insegnanti li appendano tutti a una parete. Questa parete fornirebbe alcune interessanti visualizzazioni dello spazio di progettazione. L'insegnante potrebbe chiedere all'apprendista di riprogettare un giardino che combini due dei disegni esposti. Abbiamo realizzato un'applicazione, sulla scia di GardenVR, che permette di combinare due o più dei giardini progettati. Qualche anno fa, un membro del nostro laboratorio ha collaborato con DeepArt, un popolare sito web in cui si poteva caricare un'immagine, selezionare un dipinto famoso e il sistema avrebbe applicato il relativo stile alla vostra foto, ad esempio del vostro cane rivisitato da Dalì. Tale riproduzione è stata ottenuta utilizzando metodi di machine learning definiti «deep neural nets». Noi abbiamo usato un metodo più semplice per estrapolare le caratteristiche chiave da due giardini progettati in AR e ricombinarle (Kim et al., 2022). Questo metodo viene definito «algoritmo genetico». Si utilizza nell'intelligenza artificiale per esplorare gli spazi di progettazione. Estraiamo il DNA di ogni giardino quale struttura arborea composta da oggetti (piante, pietre ecc.), la loro posizione e il loro orientamento. Combinando due giardini, l'algoritmo mescola i geni utilizzando operatori genetici quali la mutazione e il crossover. Applicazioni multiple producono molteplici «figli», come illustrato nella figura 8-9. Non intendiamo entrare nei dettagli tecnici ma l'eleganza di tale algoritmo è degna di menzione.

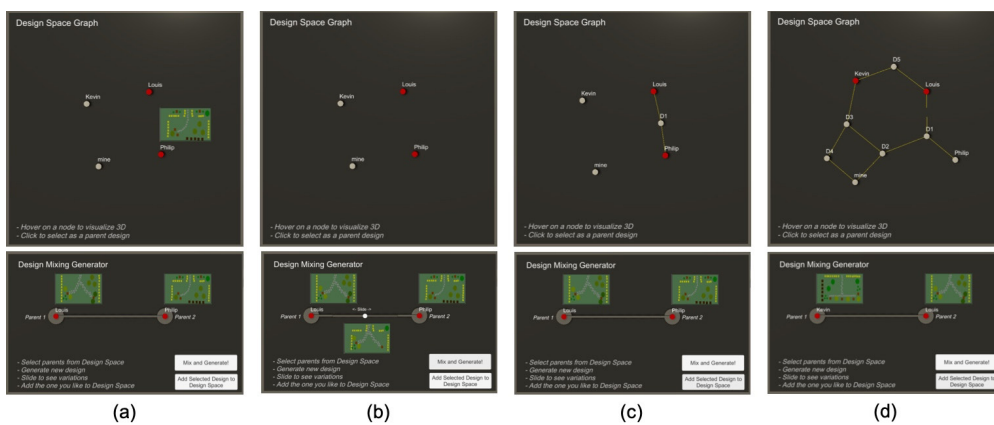


**Figura 8-9** • L'algoritmo estrae il DNA dai due giardini «genitori» nella riga superiore e lo ricombina attraverso vari operatori genetici per produrre, ad esempio, uno dei 12 giardini sottostanti.

Il processo è spiegato nelle figure 8-10 e 8-11. Poiché l'esperimento è stato condotto durante la crisi pandemica, abbiamo utilizzato solo tecnologie online – vale a dire nessun visore montato sulla testa. In primo luogo, l'apprendista – chiamiamolo Louis – progetta il suo giardino (figura 8-10 in alto) allo stesso modo della vista esocentrica del giardino in AR. Quando Louis è soddisfatto dei suoi progetti, può passare alla fase successiva. Il giardino di Louis appare poi nel grafico dello spazio di progettazione sociale, il riquadro grigio in basso a sinistra nella figura 8-10, dove può vedere i giardini progettati dai suoi coetanei, Philip e Kevin. Questo grafico rappresenta quali giardini vengono creati combinando gli altri due giardini. Il processo di selezione e combinazione di due giardini per generarne di nuovi è illustrato in figura 8-11. Louis può selezionare due progetti dal grafico dello spazio di progettazione e, utilizzando il generatore di mixaggio dei progetti, con la casella grigia al centro può generarne di nuovi. La visualizzazione tridimensionale del giardino è mostrata in alto a destra nell'interfaccia. L'utente può usare il cursore per ottenere altre varianti. Louis può ripetere questa operazione molte volte. Quando è soddisfatto, preme il pulsante «Aggiungi progetto selezionato allo spazio di progettazione» e il nuovo giardino appare nel grafico sociale. Può quindi essere selezionato e abbinato alla progettazione di un altro giardino. Questo processo può essere facilmente descritto mantenendo la metafora genetica: l'utente seleziona due «genitori» nel grafico sociale. Descrive la quantità di materiale genetico trasmesso da ciascun genitore al figlio e, se l'apprendista è soddisfatto dai propri criteri di selezione, il figlio viene aggiunto al grafico sociale.



**Figura 8-10** • Interfaccia per progettare un giardino online (in alto) ed esplorare nuovi giardini (in basso)



**Figura 8-11** • Vista ingrandita dell'interfaccia che mostra il processo di generazione di nuovi progetti

Sulla base delle nostre precedenti esperienze di lavoro con istruttori di progettisti di giardini, sapevamo che questa applicazione sarebbe stata diversa dagli altri strumenti utilizzati nel curriculum di progettazione di giardini. Ciò implicava l'esistenza di un rischio valido che tale applicazione non venisse adottata dagli istruttori, in quanto troppo originale o estranea alle loro pratiche correnti. Per rispondere a tale preoccupazione abbiamo invitato sei istruttori di progettazione di giardini provenienti da scuole professionali a partecipare a un colloquio - semi-strutturato e basato su compiti - sull'applicazione. L'obiettivo del colloquio era quello di saperne di più sulla fattibilità di un suo utilizzo in un contesto educativo autentico con persone in formazione, e di indagare se potesse sostenere il pensiero divergente degli studenti. Tutti gli istruttori hanno trovata l'applicazione intuitiva e facile da usare e tutti sono stati disposti a integrarla nei loro corsi. Hanno anche affermato che il processo di combinazione di progetti «aiuterà ad aprire le menti» degli apprendisti nonché a sostenere il loro pensiero divergente, aiutandoli a sviluppare una competenza preziosa per la loro professione.

A seguito dei colloqui con gli istruttori, abbiamo condotto un esperimento online controllato con dei principianti per confrontare l'esplorazione dello spazio di progettazione con la combinazione di progetti con altre due condizioni, una priva di esplorazione e l'altra con esplorazione casuale. La condizione con assenza di esplorazione ha fornito una base di riferimento per il confronto. La condizione di esplorazione casuale ha fornito agli utenti disegni del giardino generati casualmente senza l'interfaccia di combinazione di progetti. I partecipanti hanno dapprima progettato un giardino ed esplorato lo spazio di progettazione utilizzando una data interfaccia in ogni condizione. Poi hanno avuto una seconda occasione per creare un progetto. Eravamo interessati a due misure - il supporto creativo dello strumento misurato dal Creativity Support Index (CSI) e la novità del risultato della progettazione misurata dalla differenza tra il progetto iniziale e quello finale. Come risultato dell'esperimento, abbiamo appreso che la combinazione di progetti può fornire un maggiore supporto ai progettisti alle prime armi, in particolare per quanto riguarda i fattori di esplorazione e collaborazione. Abbiamo anche notato che i partecipanti potrebbero produrre progetti più originali dopo aver utilizzato la funzionalità di combinazione di progetti. Infine, abbiamo dimostrato che semplificare l'esplorazione ai principianti tenendo traccia di molte idee influisce direttamente sull'originalità dei progetti che producono. I nostri risultati dimostrano l'importanza dello scaffolding nell'esplorazione creativa per i progettisti principianti e la fattibilità del ricorso al social design mixing per tale scopo.

## In conclusione

Gli ambienti AR/VR descritti in questo capitolo e nei precedenti consentono interazioni che non esistono nella realtà, come la manipolazione di quattro scaffali con due dita o la visione di forze normalmente invisibili agli occhi umani. Il presente capitolo ha compiuto un passo avanti nel "liberarsi" dalla realtà permettendo agli apprendisti di spostare alberi, cambiare stagioni, viaggiare nel futuro e disporre di due giardini che ne generano uno nuovo. Abbiamo sottolineato che tali differenze con la realtà possono essere pedagogicamente più interessanti dell'aderenza alla realtà. Tuttavia, occorre anche un certo grado di realismo per collegare l'apprendista alla realtà del proprio lavoro. Lo scopo di sfuggire alla realtà non è quello di essere fantasiosi o originali. L'obiettivo non è quello di facilitare le manipolazioni in quanto fini a se stesse. **La logica pedagogica per sfuggire alla realtà consiste nell'impegnare le persone in formazione in attività cognitive che producano effetti sull'apprendimento**, come testiamo in tutti i nostri esperimenti.

Il valore pedagogico di questi ambienti AR/VR va oltre il semplice effetto WOW? Sì, c'è un effetto wow; non ne dubitiamo. Questo effetto wow di per sé è un apripista: poiché tutti i nostri studi empirici richiedono di convincere docenti e dirigenti a investire parte del loro tempo prezioso con noi, non si tratta di una risorsa trascurabile. Inoltre, aiuta le parti interessate ad acquisire una comprensione più ampia delle tecnologie per l'apprendimento: possono essere molto più ricche di un'applica-

zione o di un sito web con testi, quiz e video lezioni. Non è un crimine se insegnanti e apprendisti si emozionano per alcune nuove attività scolastiche. Naturalmente, l'effetto novità non dura molto a lungo. Gli ultimi tre capitoli rivelano come trasformare questo impegno iniziale in risultati nell'apprendimento. Ingaggiarsi, manipolare ed esplorare non è sufficiente; essere troppo ingaggiati può essere altrettanto dannoso. Ciò vale per la rapida riprogettazione casuale dei magazzini quanto per l'esplorazione casuale dello spazio di progettazione per i giardinieri. Per le nostre applicazioni AR, gli esperimenti rivelano la necessità di articolare azione e riflessione, esplorazione e astrazione, confronti e previsioni. Le persone in formazione sono come noi: non si impegnano spontaneamente in queste attività di riflessione. Vanno stimolate o dall'ambiente di apprendimento stesso, come nella visione esocentrica dei giardini, o dagli insegnanti, come in TinkerLamp. Inoltre, il sostegno da parte degli insegnanti durante questa fase di riflessione non è un banale esercizio, dovendo i loro interventi relativi ai contributi degli apprendisti avvenire in tempo reale. Pertanto, anche gli insegnanti devono essere supportati dalla tecnologia, come fanno le dashboard di TinkerLamp. In futuro, nessuno di questi strumenti genererà una conoscenza formale stabile senza una sessione di debriefing ben orchestrata guidata dall'insegnante. **C'è un momento per raccontare.**

## Capitolo 9

# Analytics per la formazione professionale di base

Richard Lee Davis, Son Do-Lenh, Mina Shirvani Boroujeni, Ramtin Yazdanian

Questo libro evidenzia una varietà di tecnologie digitali sviluppate durante il progetto Dual-T, dall'AR a piattaforme di social networking. Una delle caratteristiche comuni a queste tecnologie è la generazione di nuovi tipi di dati. In alcuni casi, questi dati sono sottili tracce delle attività dei singoli studenti. In altri casi, tali dati hanno fornito prospettive di livello superiore su interi istituti di formazione professionale di base o gruppi di istituti. Riteniamo che questi dati costituiscano una parte essenziale delle tecnologie digitali che stavamo sviluppando e ci siamo impegnati a trovare modi per utilizzarli nel nostro lavoro.

La maggior parte di essi non ha potuto essere facilmente analizzata o compresa con metodi statistici standard. Per dare loro un senso è stato necessario un passaggio al mondo dell'analisi dei dati per l'apprendimento (Learning Analytics). La Learning Analytics è un approccio interdisciplinare che unisce metodi dal machine learning al data mining, alla statistica e alla HCI. Una definizione ampiamente utilizzata di Learning Analytics è «la misurazione, la raccolta, l'analisi e la presentazione di dati sugli studenti e sui loro contesti, al fine di comprendere e ottimizzare l'apprendimento e gli ambienti in cui esso avviene» (<https://tekri.athabascau.ca/analytics/>).

La Learning Analytics può essere utilizzata per contribuire al raggiungimento di una serie di obiettivi, compresi il monitoraggio e l'analisi delle attività degli studenti al fine di comprendere meglio ciò che accade in classe, fare previsioni sulle loro prestazioni per individuare e sostenere coloro che necessitano di maggiore attenzione, valutare le loro conoscenze e utilizzarle come fonte di feedback per aiutarli nei loro studi, nonché personalizzare e adattare le istruzioni alle loro esigenze. Alcuni dei metodi utilizzati per raggiungere tali obiettivi includono la modellazione predittiva (ad esempio la regressione), l'analisi dei social network, il clustering e la visualizzazione dei dati (i lettori interessati ad una trattazione più ampia degli obiettivi e dei metodi della Learning Analytics in letteratura possono consultare Baker (2010), Chatti et al. (2012) o Clow (2013)).

La varietà dei metodi e degli obiettivi può sopraffare, e sono state proposte varie tassonomie per classificare e organizzare la Learning Analytics. Ne abbiamo trovata una semplice e utile sviluppata da Chatti et al. (2012). Questo «modello di riferimento» suggerisce che i progetti di Learning Analytics possano essere organizzati in base a quattro domande: Come? Cosa? Perché? Chi? Ogni progetto utilizza una serie specifica di metodi (come?) su un dataset (cosa?) per raggiungere un obiettivo o rispondere a una domanda (perché?) posta dalle parti interessate (chi?). Questo modello di riferimento è utile quando si cerca di organizzare e dare un senso ai diversi tipi di analisi che rientrano nell'ambito della Learning Analytics. È utile anche per definire un limite intorno al campo della Learning Analytics. Ad esempio, se la risposta a «perché?» non riguarda direttamente l'apprendimento degli studenti, non si tratta di Learning Analytics. Allo stesso modo, se la risposta a «chi?» include persone al di fuori del sistema educativo formale, come i manager di un'azienda, non si tratta di Learning Analytics.

In pratica, ciò significa che molti dei modi in cui abbiamo utilizzato i dati nel progetto Dual-T non rientrano tecnicamente nell'ambito della Learning Analytics. Uno dei punti essenziali di questo libro (e del progetto Dual-T) è che il sistema della formazione professionale, in particolare il sistema professionale duale, è completamente diverso dagli altri sistemi di formazione. Esso ha obiettivi, parti interessate nonché forme di giudizio e di valutazione diversi, ed è distribuito su più aree. Tali differenze vanno considerate nella progettazione e nell'implementazione delle tecnologie digitali per la formazione professionale di base nonché nello sviluppo di strumenti e metodi di analisi. Per questa ragione abbiamo coniato un nuovo termine che descrive il nostro lavoro: analytics per la formazione professionale di base. L'analytics per

la formazione professionale di base consiste nella misurazione, raccolta, analisi e presentazione dei dati *dell'intero sistema di formazione professionale di base* al fine di comprendere e ottimizzare *tutti gli aspetti dell'istruzione e della formazione professionale di base*. Si tratta di una definizione più ampia che comprende un gruppo più esteso di parti interessate (ad esempio apprendisti, amministratori, formatori, formatori aziendali, associazioni di datori di lavoro) e una serie più ampia di risultati (ad esempio modelli di comunicazione tra le parti interessate, modelli di feedback relativi alla documentazione dell'apprendimento, modifiche nei tipi di competenze valutate dall'industria).

Il sistema di formazione professionale di base e il mondo dell'industria sono profondamente interconnessi. Le associazioni dei datori di lavoro svolgono un ruolo importante nell'elaborazione dei programmi di studio affinché gli studenti apprendano le competenze pertinenti al loro settore, mentre le industrie si assumono parte della responsabilità di formare gli studenti attraverso programmi di apprendistato. Ciò significa che un'attenzione limitata all'apprendimento degli studenti in classe non è appropriata per la formazione professionale di base. Se da un lato questa ristretta attenzione potrebbe migliorare la comprensione degli studenti in classe, dall'altro ignora i numerosi collegamenti con punti esterni all'aula ed essenziali per la formazione professionale di base. Ad esempio, questa ristretta attenzione ignora se ciò che si impara in classe abbia un legame significativo con l'apprendistato degli studenti e non considera se ciò che gli studenti imparano sia rilevante per i futuri datori di lavoro. L'analytics per la formazione professionale di base considera tutti questi fattori. Non si concentra solo sul miglioramento dell'apprendimento degli studenti, ma sull'ottimizzazione dell'intero sistema di formazione professionale di base.

Illustriamo l'analytics per la formazione professionale di base con tre esempi.

Nel primo descriviamo come la Learning Analytics sia stata la chiave per sbloccare il valore pedagogico della TinkerLamp. La storia della TinkerLamp è stata dettagliatamente raccontata nel capitolo 6 ma l'accento è stato posto sullo sviluppo congiunto della tecnologia con gli operatori della formazione professionale di base e sull'importanza di integrare gli strumenti di organizzazione in aula con la piattaforma. Qui ci concentriamo maggiormente su TinkerBoard, la dashboard di visualizzazione dei dati che è stata la chiave per sbloccare il valore pedagogico del sistema TinkerLamp in aula. Questo esempio illustra l'utilità di «chiudere il cerchio», vale a dire utilizzare i dati acquisiti dalle tecnologie digitali quale fonte di feedback che contribuisce a garantire un uso efficace delle tecnologie. La chiusura del cerchio risulta di importanza centrale in tutti e tre gli esempi e la sua importanza è una delle principali conclusioni di questo capitolo.

Nel secondo esempio parliamo dell'analisi di Mina Shirvani Boroujeni in merito ai modelli di comunicazione tra istruttori, formatori aziendali e apprendisti sulla piattaforma Realto. L'analisi ha individuato modelli di comunicazione disfunzionali tra le diverse parti interessate del sistema di formazione professionale di base, in particolare relativi al modo in cui gli istruttori e i formatori aziendali non rispondevano in modo affidabile alle richieste di feedback da parte degli apprendisti. Più approfondivamo la questione, più ci rendevamo conto che si trattava di un problema diffuso. Era presente anche in e-DAP e LearnDoc, piattaforme online che avevamo sviluppato rispettivamente per cuochi e panettieri. Insieme a Christian Gianneti, abbiamo cercato di affrontare questo problema organizzando workshop per formatori aziendali per mostrare loro l'utilità di fornire un feedback tempestivo agli apprendisti sulla piattaforma e-DAP (cfr. capitolo 3) o introducendoli a Realto nei workshop ai quali hanno partecipato tutte e tre le parti interessate (cfr. capitolo 4).

Il terzo e ultimo esempio si concentra sulle competenze che gli studenti apprendono durante la loro formazione. Il sistema di formazione professionale di base è concepito per fornire agli studenti una serie di competenze che li preparino a essere lavoratori efficaci e produttivi. In Svizzera, queste competenze vengono formalizzate in piani di formazione che vengono aggiornati ogni cinque anni di concerto con le organizzazioni regionali e nazionali del settore. Si tratta di un approccio dall'alto verso il basso per mantenere il curriculum della formazione professionale di base in linea con le esigenze del settore. Tuttavia, ci siamo resi conto che nuove forme di dati ave-

vano consentito di seguire un approccio dal basso verso l'alto. Nel corso dell'ultimo decennio è stato raccolto un gran numero di annunci di lavoro online relativi a diverse professioni, la maggior parte delle quali interessate dalla formazione professionale di base. Abbiamo estratto le competenze dal testo semplice di ciascun annuncio di lavoro e le abbiamo utilizzate per monitorare l'aumento e il calo della domanda di competenze sul mercato del lavoro. Abbiamo poi utilizzato tali dati per costruire un modello per predire quali competenze sarebbero emerse con maggiore probabilità negli anni a venire. Il nostro lavoro su questo progetto è in corso ma riteniamo che, se tali informazioni verranno utilizzate per chiudere il cerchio e contribuire alla definizione dei futuri programmi di studio, il sistema di istruzione e formazione professionale sarà più rispondente alle esigenze del mercato del lavoro.

## La storia della TinkerBoard

Nel capitolo 6 abbiamo introdotto TinkerLamp, un sistema di AR per insegnare agli apprendisti impiegati di logistica l'ottimizzazione dello stoccaggio in magazzino. Vi era un aspetto di quella storia che abbiamo trattato solo brevemente e che tuttavia merita maggiore attenzione per ciò che può insegnarci sull'analytics per la formazione professionale di base. Esso è l'introduzione della TinkerBoard nel sistema TinkerLamp.

La TinkerBoard è una dashboard per la visualizzazione dei dati progettata da Son Do-Lenh per la proiezione permanente su una parete per tutta la durata dell'attività di TinkerLamp. Si tratta di un sistema interattivo che raccoglie, elabora e mostra le informazioni e fornisce all'insegnante la possibilità di manipolare la visualizzazione delle informazioni nonché di controllare le TinkerLamp. Nei paragrafi seguenti ripresentiamo la TinkerBoard raccontando la storia di come Jacques Kurzo l'ha usata nel suo insegnamento. Per una panoramica più completa della TinkerBoard, si veda il capitolo 6.

Jacques aveva diviso la classe in quattro gruppi assegnando a ciascuno di essi un'attività con una TinkerLamp. Dopo una breve introduzione, gli studenti iniziavano a creare e testare diversi layout di magazzino. Jacques passeggiava per l'aula, rispondendo alle domande e offrendo aiuto ai diversi gruppi. Dopo che essi avevano creato e testato cinque layout di magazzino, Jacques premeva un pulsante sulla TinkerBoard per mettere in pausa tutte le lampade. Il congelamento delle simulazioni contribuiva a portare l'attenzione degli studenti alla parte frontale della classe, dove Jacques si trovava accanto alla proiezione di TinkerBoard (cfr. figura 6-9 nel capitolo 6).

Davanti alla classe, Jacques selezionava un layout per ciascun gruppo e li aggiungeva alla ComparisonZone della TinkerBoard. Per ciascun layout venivano presentate statistiche sulla superficie lorda, l'area di stoccaggio lorda, quella netta, il numero di scaffali, il grado di utilizzo della superficie e il tempo medio necessario per spostare un pallet da o verso gli scaffali. Jacques conduceva una discussione su ciascuno dei diversi progetti, evidenziandone i punti forti e deboli nei termini di tali statistiche. Ciò gli permetteva di chiarire i significati dei diversi termini – molti dei quali nuovi per gli studenti – e di spiegare i compromessi tra massimizzazione dell'utilizzo dello spazio e minimizzazione del tempo medio per pallet, mettendo in relazione i progetti dei diversi gruppi. La TinkerBoard semplificava la comprensione del problema dell'ottimizzazione negli attuali progetti degli studenti e, contrapponendo diversi esempi, Jacques era in grado di indicare strategie progettuali ed euristiche che gli studenti potevano utilizzare per ottimizzare al meglio i loro layout.

Ricordiamo che la TinkerBoard è stata sviluppata per risolvere un problema: gli studenti nelle aule della formazione professionale di base non stavano facendo collegamenti tra l'attività con TinkerLamp e i concetti previsti dall'attività di insegnamento. Per determinare se la TinkerBoard avesse risolto il problema, abbiamo ideato un esperimento con quattro classi gestite da due diversi insegnanti. Poiché abbiamo già spiegato i dettagli di questo esperimento nel capitolo 6, forniremo qui solo un breve riepilogo.

Alcuni studenti hanno lavorato con TinkerLamp+TinkerBoard, mentre altri hanno



lavorato solo con la TinkerLamp. Quando abbiamo valutato la comprensione concettuale degli studenti e la loro capacità di risolvere un problema di layout del magazzino, abbiamo scoperto che gli studenti che hanno lavorato con TinkerBoard hanno ottenuto un punteggio superiore in entrambe (cfr. tabella 6-1 nel capitolo 6).

Perché raccontare questa storia nel contesto di un capitolo sull'analytics per la formazione professionale di base? **Perché enfatizza il valore e l'importanza dei dati.** I dati catturati e generati dalle TinkerLamp sono stati la chiave per sbloccare il loro potenziale per aiutare gli studenti ad apprendere. Fino all'introduzione della TinkerBoard, i dati venivano raccolti ma non utilizzati durante l'attività scolastica. La TinkerBoard ha trasformato questi dati grezzi e dormienti in visualizzazioni informative e interattive utilizzate da insegnanti e apprendisti durante l'attività in aula.

Una delle principali spiegazioni sul perché TinkerBoard abbia in tal modo supportato l'apprendimento è che TinkerBoard ha «chiuso il cerchio». In altre parole, la TinkerBoard ha fornito un meccanismo di feedback che sia l'insegnante sia gli apprendisti potevano utilizzare per monitorare e controllare l'attività in aula. In vari momenti dell'attività in aula, l'insegnante ha controllato lo storico dei layout della TinkerBoard per visualizzare tutte le attività dei gruppi in tempo reale e ha utilizzato tali informazioni per identificare i gruppi che necessitavano di particolare attenzione (figura 9-1). Gli apprendisti consultavano regolarmente la TinkerBoard durante l'attività per confrontare il loro lavoro con quello degli altri gruppi e utilizzavano tali informazioni per modificare e migliorare i propri layout (figura 9-2). Sia l'insegnante sia gli apprendisti hanno utilizzato le informazioni visualizzate sulla TinkerBoard per mantenere traccia dell'attività e per assicurarsi che le TinkerLamp venissero utilizzate in modo ottimale.



**Figura 9-1** • L'insegnante ha consultato la TinkerBoard durante l'attività in aula per vedere in simultanea il lavoro degli studenti.



**Figura 9-2** • Gli studenti consultavano regolarmente la TinkerBoard durante l'attività in aula.

La TinkerBoard ha anche aiutato l'insegnante a collegare l'attività con TinkerLamp alla discussione sull'ottimizzazione. La TinkerBoard ha reso semplice utilizzare i layout degli apprendisti quali esempi per spiegare i compromessi tra massimizzazione dell'utilizzo dello spazio e minimizzazione del tempo medio per pallet. Ciò ha contribuito a fondare i concetti a partire dalla discussione tra le esperienze degli apprendisti, trasformandola in un «momento per raccontare».

Abbiamo progettato il sistema TinkerLamp per consentire interazioni approfondite prima di renderci conto che i dati TinkerLamp fossero in realtà una parte centrale della tecnologia da sfruttare in ambito pedagogico.

Quando gli strumenti digitali vengono introdotti nelle classi vi sono molti modi in cui le cose possono andare male e alcuni altri grazie ai quali tutto può svolgersi al meglio. L'ulteriore complessità può rendere difficoltoso per l'insegnante controllare se gli apprendisti stiano usando gli strumenti secondo le previsioni e più difficoltoso per gli apprendisti vedere cosa stiano facendo i loro pari. Nel caso della TinkerLamp, gli insegnanti e gli apprendisti potevano facilmente vedere l'attuale layout del magazzino di ogni gruppo grazie agli scaffali tangibili ma le informazioni contenute nella

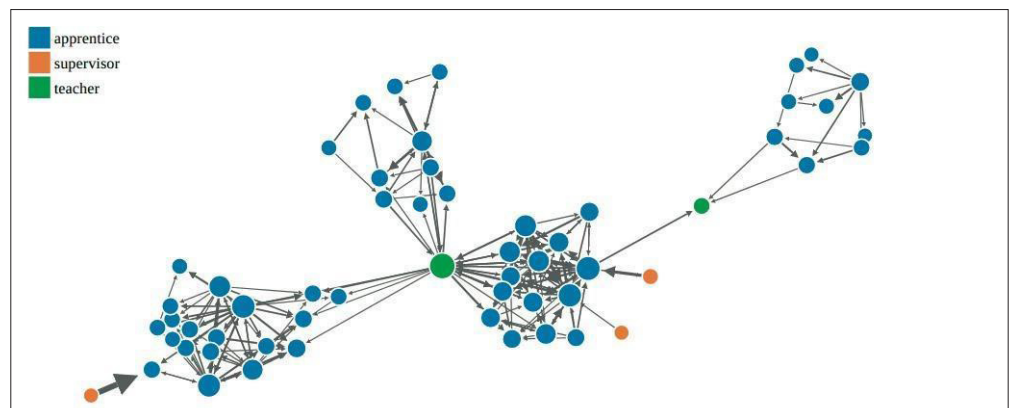
simulazione proiettata erano più difficili da vedere e non c'era modo di visualizzare la storia dei diversi gruppi. Tuttavia, tutte queste informazioni erano contenute nei dati di TinkerLamp. La TinkerBoard ha trasformato tali dati in una visualizzazione pubblica e interattiva che ha ripristinato la capacità di tutti di monitorare e dare un senso a ciò che stava accadendo in classe; il ripristino di tale capacità ha contribuito a mantenere traccia dell'attività di modo che gli apprendisti potessero apprendere.

Questa storia illustra un aspetto importante, particolarmente rilevante per i progettisti delle tecnologie per l'apprendimento: docenti e studenti hanno bisogno di aiuto per gestire la complessità introdotta dagli strumenti digitali e a tal fine i dati da essi generati sono fondamentali. I dati non andrebbero trattati come un semplice oggetto di analisi da parte di ricercatori o sviluppatori. Andrebbero invece utilizzati per mostrare all'insegnante e agli studenti cosa sta succedendo, cosa è successo e cosa potrebbe succedere. Quando i dati vengono utilizzati in questo modo, essi fungono da meccanismo di feedback che insegnanti e studenti possono utilizzare per assicurarsi di utilizzare correttamente gli strumenti. Nel presente capitolo definiamo questo modo di usare i dati «chiudere il cerchio» e vedremo l'importanza di questa idea in ogni storia.

## La storia dell'analisi dei social network

Realto è stato sviluppato per facilitare l'acquisizione, la condivisione e la manipolazione delle esperienze che si verificano nei diversi luoghi del sistema duale della formazione professionale di base (azienda di tirocinio e aula). Un meccanismo fondamentale di Realto è la capacità degli insegnanti in aula e dei formatori aziendali sul posto di lavoro di visualizzare, valutare e fornire un feedback su tali esperienze. Quando tutto funziona bene, queste interazioni permettono alle informazioni di fluire più facilmente tra i diversi luoghi, consentendo così agli insegnanti e ai formatori aziendali di allineare gli argomenti che insegnano (per maggiori informazioni si veda il capitolo 2 sul modello Erfahrraum).

Tutte queste interazioni tra le parti interessate sono conservate nei dati raccolti da Realto. Ogni azione – come la richiesta di feedback da parte di uno studente, un formatore aziendale che fornisce feedback o qualcuno a cui piace o commenta un post – viene salvata da Realto nei propri file di log. Ci siamo resi conto che tali dati potevano fornirci un modo per modellare l'intero network di Realto. A tale scopo, Mina Shirvani Boroujeni ha creato un modulo di analisi della rete all'interno di Realto (Boroujeni, 2018). Questo modulo ha realizzato automaticamente grafici in cui ogni parte interessata era rappresentata da un nodo e i margini tra i nodi rappresentavano diversi tipi di interazioni. La figura 9-3 ne mostra un esempio, una sottorete con nodi per persone in formazione, formatori aziendali e insegnanti, nonché le frecce direzionali che rappresentano la comunicazione tra le parti interessate.



**Figura 9-3** • Esempio di sottorete Realto di insegnanti, formatori aziendali e apprendisti fioristi

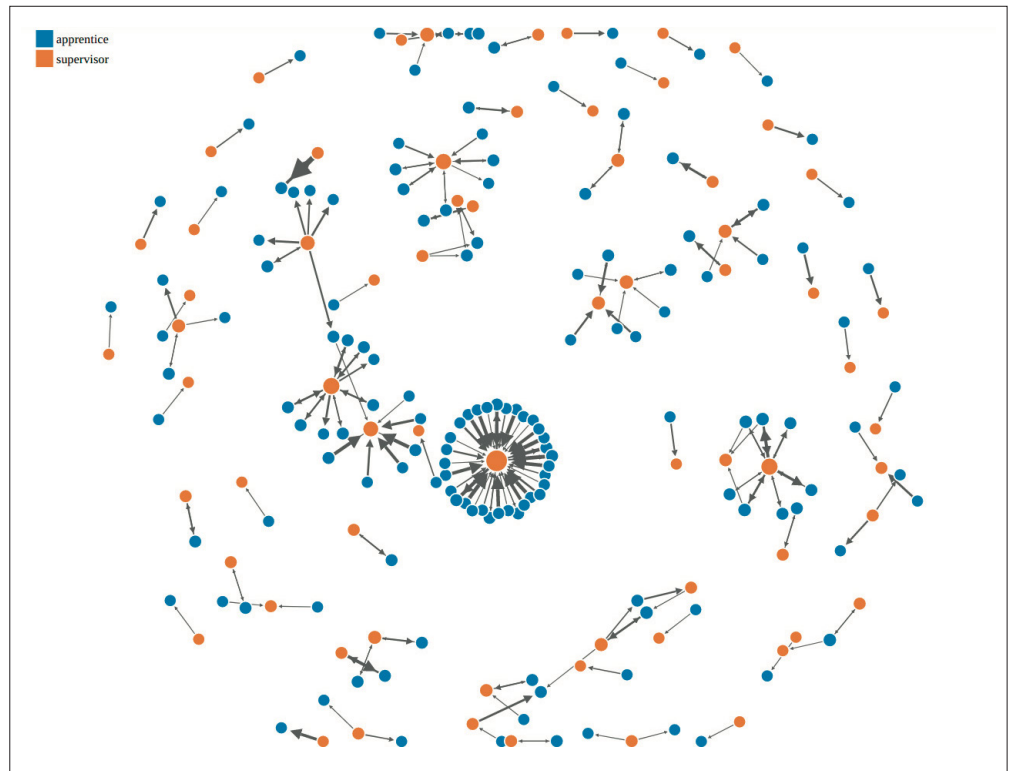
Realto ha effettivamente contribuito a creare collegamenti tra le parti interessate e a collegare i diversi luoghi del sistema di formazione professionale di base? Per rispondere a questa domanda abbiamo analizzato quattro sottoreti comprendenti collegamenti tra (1) persone in formazione, (2) insegnanti e persone in formazione, (3) formatori aziendali e persone in formazione e (4) persone in formazione collegate sia a un insegnante sia a un formatore aziendale. Abbiamo riscontrato che l'80% delle persone in formazione che si sono avvalse di Realto era connesso a un'altra persona in formazione, il 47% delle persone in formazione a un insegnante, il 26% delle persone in formazione a un formatore aziendale e solo l'1% delle persone in formazione era connesso sia a un insegnante sia a un formatore aziendale (cfr. colonna sul conteggio delle persone in formazione nella tabella 9-1 nell'appendice).

Nonostante queste percentuali suggeriscano che molte delle persone in formazione che hanno utilizzato Realto non interagissero con i loro insegnanti o formatori aziendali, esse non raccontano l'intera storia. Ad esempio, le interazioni tra insegnanti, studenti e formatori aziendali avvenute offline non erano osservabili nei dati di Realto. Eravamo a conoscenza di molti collegamenti di questo tipo, avvenuti esternamente a Realto e non considerati nelle nostre statistiche.

Tuttavia, c'era una statistica che abbiamo preso seriamente. Quella della reciprocità binaria. La reciprocità binaria è un numero compreso tra 0 e 1 che indica la proporzione di connessioni bidirezionali in un grafico. Se un apprendista pubblicasse la propria documentazione dell'apprendimento e chiedesse un feedback a un insegnante o a un formatore aziendale, ciò verrebbe considerato come una connessione a senso unico. Qualora l'insegnante o il formatore aziendale fornisse feedback allo studente, la richiesta più la risposta sarebbero considerate una connessione bidirezionale.

Nella nostra analisi abbiamo scoperto che la reciprocità binaria era inferiore allo 0,5 in tutti i casi (tabella 9-1). Si tratta di una constatazione preoccupante: in tutti i casi, la comunicazione tra le parti interessate ha avuto più probabilità di essere unidirezionale che bidirezionale. Ciò significa che era più comune raggiungere qualcuno senza ottenere risposta che ricevendo una risposta. Ciò si è rivelato particolarmente preoccupante nel contesto della documentazione dell'apprendimento. Nel sistema di formazione professionale di base svizzero, le persone in formazione sono incaricate di documentare le loro esperienze di apprendimento e di collegarle a un elenco di competenze. Uno dei requisiti per ricevere il diploma è la presentazione di tale documentazione dell'apprendimento. Per le persone in formazione, compilare correttamente la documentazione dell'apprendimento è complicato e il feedback dei loro istruttori e formatori aziendali è di enorme aiuto. Infatti, i formatori aziendali sono tenuti dai regolamenti federali a fornire un feedback su tale documentazione dell'apprendimento almeno una volta a semestre. Le nostre scoperte sulla reciprocità binaria su Realto suggeriscono che le persone in formazione cercano questo feedback ma istruttori e formatori aziendali spesso non riescono a fornirlo nell'ambito di Realto.

La figura 9-4 mostra le rappresentazioni grafiche di queste reti di comunicazione. I collegamenti unidirezionali sono rappresentati da una freccia in una sola direzione, mentre i collegamenti bidirezionali sono rappresentati da frecce con due punte. La rarità delle frecce a due punte permette di visualizzare la bassa frequenza della comunicazione reciproca su Realto.



**Figura 9-4** • Sottorete di comunicazione tra formatori aziendali e persone in formazione. La direzione delle frecce indica la direzione dell'interazione (ad es. dall'apprendista al formatore) e lo spessore delle frecce indica la quantità di interazioni tra due persone.

Questa scoperta è stata sconvolgente ma la storia non era finita qui.

Una situazione simile si stava verificando con panettieri e cuochi. Ognuna di queste professioni dispone di una propria piattaforma di documentazione dell'apprendimento che viene usata al posto di Realto (i panettieri usano una piattaforma chiamata LearnDoc e i cuochi una piattaforma chiamata e-DAP). Entrambe sono state create nell'ambito del progetto Dual-T e precedono Realto di diversi anni. I panettieri e i cuochi continuano a utilizzare queste piattaforme al posto di Realto perché appositamente concepite per le loro professioni e perché soddisfano le loro esigenze oltre a funzionare correttamente.

Nonostante né LearnDoc né e-DAP dispongano di un modulo di analisi di rete come quello integrato in Realto, è stato comunque possibile analizzare direttamente i file di log per verificare che tipo di feedback erano forniti dai formatori aziendali di cuochi e panettieri. Come nel caso di Realto, abbiamo riscontrato che molti dei formatori aziendali fornivano scarsi o nessun feedback alle loro persone in formazione sulla piattaforma. Come nel caso di Realto, si è trattato di una questione preoccupante, in quanto la richiesta e la ricezione di feedback da parte dei formatori aziendali è stata uno dei motivi principali per cui la piattaforma e-DAP è stata sviluppata.

Christian Gianetti, ex cuoco e formatore aziendale e ora insegnante a tempo pieno, ha trovato una possibile soluzione a questo problema. Nel 2019, Christian ha invitato i formatori aziendali a un workshop in cui ha dimostrato come l'e-DAP possa essere utilizzata per fornire feedback e ha sottolineato il valore aggiunto della fornitura di feedback tramite la piattaforma.

Il monitoraggio continuo dei file di log ha mostrato che due aspetti hanno cominciato a cambiare da questo momento. In primo luogo, sia il numero di richieste di feedback da parte degli apprendisti, sia il numero di risposte da parte dei formatori aziendali sono aumentati drasticamente, raggiungendo i livelli più elevati da quasi un decennio. In secondo luogo, il tempo medio tra la richiesta di feedback da parte di un apprendista e la risposta da parte di un formatore aziendale è diminuito fino al punto più basso registrato (cfr. figura 3-8 nel capitolo 3).

Un effetto analogo è stato osservato con Realto sul modo in cui sono stati organizzati i workshop di formazione (cfr. capitolo 4). La quantità di documentazione dell'apprendimento compilata dagli studenti è stata notevolmente maggiore e più sostenuta quando tutte le parti interessate hanno partecipato alla stessa sessione di formazione rispetto al caso in cui la formazione è stata svolta separatamente. Come abbiamo visto nel capitolo 3, le persone in formazione che nel 2020 hanno utilizzato la piattaforma e-DAP hanno riferito un maggior senso di connettività tra scuola e posto di lavoro rispetto a quelle che non l'hanno utilizzata. Anche se non possiamo affermarlo con certezza, i cambiamenti positivi nel feedback fornito dai formatori aziendali hanno probabilmente contribuito al senso di connettività di tali apprendisti.

Questa storia illustra due aspetti essenziali. Il primo è quello che abbiamo già incontrato, ovvero l'importanza di usare i dati per chiudere il cerchio. L'analisi è essenziale se l'obiettivo è quello di integrare con successo le tecnologie digitali nella formazione professionale di base. A meno che non vi sia una valida ragione, i dati prodotti quando le parti interessate utilizzano le tecnologie digitali andrebbero utilizzati per garantire un uso ottimale degli strumenti. Il secondo aspetto riguarda il valore dell'analytics per la formazione professionale di base. In questo resoconto abbiamo mostrato come l'analisi dei dati della scuola, del posto di lavoro e dei corsi interaziendali abbia messo in luce gravi problemi, indicando come affrontarli una volta scoperti. Un approccio puramente legato all'analisi dei dati dell'apprendimento avrebbe molto probabilmente ignorato tali problemi, poiché non avrebbe preso in considerazione i dati provenienti dall'esterno della scuola. Il sistema di formazione professionale di base è fondamentalmente diverso dagli altri sistemi educativi e questa storia dimostra l'importanza di un approccio analitico su misura per comprendere meglio ciò che accade in tutte le parti del sistema.

## La storia delle competenze emergenti

La nostra terza e ultima storia riguarda il potenziale dell'analytics per la formazione professionale di base per informare e modellare globalmente l'intero sistema della formazione professionale di base. L'obiettivo principale di questo sistema è quello di fornire agli apprendisti competenze ed expertise che consentano loro di accettare un lavoro qualificato al termine degli studi. Vi sono due aspetti in questa equazione. Le imprese che richiedono lavoratori qualificati offrono opportunità di lavoro che sperano verranno occupate dai diplomati del sistema della formazione professionale di base, mentre il sistema della formazione professionale di base forma gli apprendisti con competenze specifiche che essi sperano saranno richieste al termine del percorso scolastico. Per mantenere questa equazione in equilibrio è necessario un coordinamento tra il mercato del lavoro e il sistema della formazione professionale di base. In Svizzera, questo coordinamento avviene ogni cinque anni, quando i responsabili del sistema si incontrano con le organizzazioni regionali e nazionali del settore. Durante tale riunione, le competenze vengono formalizzate in piani di formazione che determineranno i programmi di studio in tutto il sistema.

Si tratta di un approccio dall'alto verso il basso per l'orientamento dei curricula della formazione professionale di base. Le parti interessate con esperienza e influenza formulano previsioni informate sulle esigenze future del settore e adeguano i curricula della formazione professionale di base affinché soddisfino tali esigenze. Si tratta di un approccio valido che funziona da decenni ma che presenta carenze da non trascurare.

Una delle carenze più evidenti è che il ciclo di aggiornamento quinquennale può essere troppo lento. Ciò è particolarmente vero oggi, al culmine della quarta rivoluzione industriale basata sull'intelligenza artificiale. Il forte aumento dell'automazione e l'emergere di nuove tecnologie hanno rapidamente trasformato le competenze richieste in un'ampia gamma di posti di lavoro e settori. Le competenze altamente apprezzate hanno perso il loro valore, mentre le nuove competenze si sono fatte prominenti. Questi cambiamenti possono verificarsi rapidamente, creando una situazione in cui gli studenti del sistema della formazione professionale di base sono bloccati nell'apprendimento di competenze obsolete o non riescono ad apprendere

competenze attualmente molto richieste. Una soluzione a questo problema potrebbe consistere nell'aumentare la frequenza con cui i curricula della formazione professionale di base vengono aggiornati, ma permane un problema che tale approccio non risolverebbe.

Il problema è prevedere il futuro. Il panorama industriale è complesso e non è facile prevedere quali competenze saranno preziose negli anni a venire. Ad esempio, in pochi avrebbero previsto che i banchieri avrebbero dovuto comprendere il networking peer-to-peer, l'hashing crittografico o i public ledgers, ma sono proprio questi i concetti coinvolti in qualcosa che ha profondamente modificato il panorama bancario negli ultimi dieci anni: Bitcoin e altre forme di criptovaluta. Questo è il tipo di cambiamento che in pochi avrebbero previsto, indipendentemente dal livello di esperienza o influenza.

Un modo per ovviare a tali carenze consiste nell'introdurre nel processo un approccio dal basso verso l'alto. Questo tipo di approccio fornirebbe anche al sistema della formazione professionale di base informazioni sulle competenze future, ma tali informazioni deriverebbero direttamente dal mercato del lavoro. Ramtin Yazdanian ha esplorato la fattibilità di questo approccio nel proprio dottorato di ricerca (Yazdanian, 2021). Il suo approccio consisteva nel formare modelli predittivi sui dati del mercato del lavoro per prevedere le competenze emergenti. Vi sono diversi concetti da chiarire in questa frase, esaminiamoli dunque uno per uno.

In primo luogo, che cos'è un modello predittivo? La modellizzazione predittiva è un metodo che ricorre a modelli statistici formati su dati storici per prevedere i risultati futuri. Un semplice esempio di modello predittivo è una linea che si adatta ai dati. Forse volete cercare di prevedere quale sarà il risultato della vostra squadra di basket preferita mentre siete davanti agli spot pubblicitari a metà gara. Potreste disegnare il punteggio sull'asse y e il tempo sull'asse x e poi riallineare i dati. Estendete la linea fino alla fine del quarto quarto e avrete direttamente una previsione del punteggio finale. Nonostante questo metodo sia semplice, solitamente non è accurato. Esistono metodi più sofisticati in grado di produrre previsioni migliori ma, spesso, richiedono grandi quantità di dati per risultare efficaci.

Ramtin è stato in grado di utilizzare tali metodi più sofisticati perché ha trovato una fonte enorme – e in gran parte inutilizzata – di dati sul mercato del lavoro: gli annunci di lavoro. Negli ultimi 10-15 anni, le aziende hanno pubblicato annunci di lavoro su siti web quali monster.com e linkedin.com. Questi siti dispongono di immensi archivi di dati storici sulle professioni e sulle dinamiche delle competenze nel mercato del lavoro. Secondo l'ipotesi di Ramtin, i modelli predittivi formati per apprendere queste dinamiche avrebbero dovuto essere in grado di prevedere l'aumento e il calo delle competenze sul mercato del lavoro.

Tuttavia, la semplice previsione dell'aumento e del calo delle competenze non è stata il principale risultato di interesse. Vi ricordiamo che l'obiettivo di questo lavoro era quello di prevedere quali competenze sarebbero state richieste quando le persone in formazione avrebbero lasciato il sistema della formazione professionale di base entrando nel mercato del lavoro. Ramtin ha dato un nome a queste competenze emergenti e le ha definite «competenze precedentemente scarsamente richieste che hanno recentemente sperimentato un'impennata nelle domande di assunzione». Predire con successo le competenze emergenti sulla base dello storico dei dati è eccezionalmente difficile, in quanto sono in gran parte indistinguibili da altre competenze scarsamente richieste che non emergono mai.

Come dimostrazione di fattibilità, Ramtin ha sviluppato un modello predittivo per individuare le competenze emergenti nel settore delle tecnologie dell'informazione (IT). Ha iniziato con una serie di annunci di lavoro, in cui ogni annuncio era rappresentato dalla lista di competenze in esso contenute. Ha utilizzato tali dati per creare una serie temporale della popolarità di ciascuna competenza nel mercato del lavoro estraendo centinaia di caratteristiche da tali serie temporali. Queste caratteristiche comprendono statistiche sommarie (ad esempio media, vari quantili, variazioni), tendenze lineari, misure di non linearità e picchi e coefficienti FFT. Le caratteristiche più informative sono state individuate utilizzando una combinazione di metodi e riu-

nite in un unico modello di regressione logistica (i dettagli tecnici completi su tale modello sono disponibili in Yazdanian et al., 2022).

Ramtin ha scoperto che prevedere le competenze emergenti era, di fatto, possibile. Il suo modello migliore è stato in grado di "battere" costantemente una serie di solidi riferimenti di base, dimostrando che i dati sugli annunci di lavoro contengono informazioni sufficienti per prevedere molte delle competenze che emergeranno in futuro.

Sebbene ciò abbia funzionato sui dati del settore IT, non era ovvio che funzionasse anche nei settori della formazione professionale di base. Il settore IT si muove a ritmo sostenuto, con l'introduzione quotidiana di nuovi linguaggi di programmazione, tecnologie, framework e piattaforme. Inutile dire che un settore della formazione professionale di base come quello dei muratori non subisca cambiamenti così rapidi.

Cos'è successo quando Ramtin ha applicato il suo metodo agli annunci di lavoro dei settori della formazione professionale di base? I risultati non sono stati così chiari. Ha utilizzato il proprio metodo per gli annunci di lavoro di due settori della formazione professionale di base: logistica e sociosanitario. In alcuni casi il suo modello è stato in grado di produrre previsioni utili, mentre in altri ha fallito. Una delle ragioni più probabili risiede nel fatto che questo metodo, sviluppato sulla base di dati provenienti dal mercato del lavoro dell'IT, non è adatto al mercato del lavoro della formazione professionale di base. Abbiamo notato una problematica simile nella storia sull'analisi dei social network. Lì, i metodi di Mina, da lei sviluppati utilizzando i dati MOOC, non hanno funzionato quando sono stati applicati ai dati del dominio della formazione professionale di base. Nel suo caso, ciò ha richiesto lo sviluppo di nuovi metodi specificamente adattati alla formazione professionale di base. Un approccio analogo è probabilmente necessario anche in questo caso. Anziché respingere i risultati di Ramtin come un fallimento, li vediamo ancora una volta come un promemoria che la formazione professionale di base è un settore speciale che richiede metodi e approcci specifici. Con perseveranza e fortuna, noi (o qualcun altro) troveremo il modo di utilizzare i dati relativi agli annunci di lavoro del mercato del lavoro della formazione professionale di base per aiutare a prevedere le competenze di cui gli studenti avranno bisogno al termine degli studi.

Qual è la morale di questa storia? Ce ne sono due. In primo luogo, questa storia illustra perché l'analytics per la formazione professionale di base deve avere una portata più ampia rispetto alla Learning Analytics, che riguarda unicamente l'ottimizzazione dell'apprendimento da parte degli studenti. L'ottimizzazione dell'apprendimento da parte degli studenti è importante. Tuttavia, nel sistema della formazione professionale di base è altrettanto importante garantire che le competenze che gli apprendisti stanno acquisendo siano richieste successivamente agli studi. In altre parole, anche il curriculum deve essere ottimizzato. Un approccio legato all'analisi dei dati dell'apprendimento ottimizzerebbe l'apprendimento degli apprendisti senza preoccuparsi dei contenuti del curriculum. Con il tempo, questo approccio produrrebbe apprendisti con competenze eccellenti ma obsolete. La portata più ampia dell'analytics per la formazione professionale di base evita questo problema, rispettando la complessità e l'interconnessione del sistema della formazione professionale di base.

La seconda morale di questa storia è una di cui potreste essere ormai stanchi. È l'importanza dell'utilizzo dei dati per chiudere il cerchio e garantire che le cose funzionino come previsto. In questo resoconto, il cerchio è ingrandito al massimo, al macrolivello, e la tecnologia in questione è l'intero sistema della formazione professionale di base. Se riuscissimo a utilizzare i dati generati dal sistema della formazione professionale di base (quelli relativi al mercato del lavoro) per contribuire a fare previsioni su quali competenze potrebbero diventare importanti in futuro, si chiuderà uno dei molti cerchi presenti nel sistema stesso. Ciò, a sua volta, contribuirà a rendere la formazione professionale di base più agile, garantendo che gli apprendisti che si diplomano dispongano di competenze più pertinenti.

## In conclusione

Se doveste trarre tre sole conclusioni da questo capitolo, fate che siano queste:

**Prima conclusione: l'analytics per la formazione professionale di base è un approccio innovativo che tiene conto della complessità del sistema di formazione professionale di base.** La storia delle competenze emergenti mostra perché un approccio Learning Analytics incentrato sull'apprendimento degli studenti ignorando altri aspetti del sistema della formazione professionale di base è inappropriato. Le diverse parti del sistema della formazione professionale di base hanno profonde connessioni che le legano tra loro. Ciò che gli studenti imparano in classe è determinato da un curriculum concepito per soddisfare le esigenze future delle aziende. Ottimizzare l'apprendimento degli studenti senza ottimizzare anche il curriculum non ha senso nel contesto della formazione professionale di base. L'analisi della formazione professionale di base si fonda sulla comprensione della complessità e dell'interconnessione del sistema della formazione professionale di base e riconosce la necessità di prendere in considerazione molteplici parti interessate, contesti e risultati.

Anche la storia dell'analisi dei social network illustra quest'idea. Per capire perché, dobbiamo fornire maggiore background. Mina ha sperimentato i suoi metodi sui dati di un MOOC (Boroujeni, 2017). Tuttavia, non è stata in grado di applicare direttamente tali metodi ai dati di Realto a causa delle differenze tra la struttura dei MOOC e quella del sistema della formazione professionale di base. Ha dovuto modificare i propri metodi per tenere conto delle differenze nelle parti interessate, nelle forme di interazione sociale e nei modelli di comunicazione. Ancora una volta, ciò dimostra l'inadeguatezza degli approcci analitici esistenti e la necessità di un nuovo approccio che comprenda e accetti la complessità della formazione professionale di base.

La storia della TinkerBoard ha dimostrato che i metodi della Learning Analytics occupano ancora una posizione centrale nell'analytics per la formazione professionale di base. Questa storia ha mostrato come l'introduzione di una dashboard di visualizzazione dei dati in aula abbia contribuito ad assicurare che la TinkerLamp avesse un impatto positivo sull'apprendimento degli studenti. Si è trattato di un uso semplice ed efficace della Learning Analytics in un'aula di formazione professionale di base. Questa storia ci ricorda che l'analytics per la formazione professionale di base dispone di tutti gli strumenti della Learning Analytics. Le altre storie ci mostrano perché è importante andare al di là di tali strumenti se si vuole che l'analytics per la formazione professionale di base ottimizzi efficacemente l'intero sistema della formazione professionale di base.

**Seconda conclusione: i dati sono una parte essenziale della tecnologia, non un effetto collaterale.** La seconda conclusione è «*Prestate attenzione ai dati!*» Ci rivolgiamo soprattutto ai progettisti di tecnologie per l'apprendimento. Le storie di questo capitolo dimostrano che ignorando i dati prodotti non si sfrutta il potenziale delle tecnologie per l'apprendimento. Nel caso della TinkerLamp, nascondere i dati di interazione agli utenti è stato uno dei motivi principali per cui gli studenti non stavano apprendendo. Nel caso di Realto, solo quando Mina ha analizzato i dati è emerso chiaramente che il problema dei formatori e degli istruttori aziendali che non erano in grado di fornire feedback era più diffuso e grave di quanto pensassimo.

La nostra conclusione da queste storie è che i dati generati e registrati dalle tecnologie per l'apprendimento non sono un effetto collaterale, bensì una parte essenziale della tecnologia. I progettisti dovrebbero riconoscerlo e garantire che gli utenti possano facilmente accedere ai dati e comprenderli. La possibilità di accedere facilmente ai dati, filtrarli e visualizzarli contribuirà probabilmente a garantire un uso efficace della tecnologia.

Abbiamo applicato questo principio all'intero sistema della formazione professionale di base nella storia delle competenze emergenti. In quella storia, gli utenti erano gli amministratori e le organizzazioni industriali che decidono i curricula della formazione professionale di base ogni cinque anni, e i dati che non utilizzavano erano dati relativi alle professioni e alle competenze nel mercato del lavoro. La nostra ricerca ha dimostrato che tali dati contenevano informazioni che potevano essere utiliz-



zate per prevedere le competenze emergenti, ma non abbiamo ancora fornito agli utenti un modo per utilizzare tali informazioni nel processo decisionale. Se le altre storie sono indicative, una volta introdotti questi dati nel processo decisionale, essi contribuiranno a garantire che la «tecnologia» dell'intero sistema della formazione professionale di base funzioni come previsto.

**Terza conclusione: per migliorare il sistema della formazione professionale di base, l'analytics per la formazione professionale di base deve «chiudere il cerchio».** La nostra conclusione finale riguarda ciò che si dovrebbe fare con i risultati dell'analytics per la formazione professionale di base. Eventuali risultati o approfondimenti andrebbero utilizzati per «chiudere il ciclo». In altre parole, essi andrebbero utilizzati come fonte di feedback che possa aiutare il sistema della formazione professionale di base a migliorarsi. Se i risultati di tali analisi finiscono solo in relazioni o documenti, l'impatto sul sistema della formazione professionale di base sarà minimo. Queste informazioni devono essere reinserite nel sistema che ha generato i dati, in modo che il sistema stesso possa mantenere il passo.

Nella storia della TinkerLamp, le informazioni estrapolate dai dati di interazione sono state visualizzate sulla dashboard della TinkerBoard. Gli istruttori e gli studenti consultavano regolarmente la dashboard per comprendere meglio cosa stesse succedendo in classe e gli istruttori la usavano per collegare l'attività con la TinkerLamp ai concetti della lezione. Senza la TinkerBoard era più difficile per gli istruttori identificare gli studenti che erano finiti fuori strada o per gli studenti monitorare le proprie attività rispetto ai loro pari. La TinkerBoard ha fornito una fonte di feedback: solo quando è stata introdotta in aula, l'attività con la TinkerLamp ha portato a notevoli margini di apprendimento.

Chiudere il cerchio non deve necessariamente essere un esercizio high-tech. Nel caso di Realto, l'informazione secondo cui gli istruttori e i formatori aziendali non stessero fornendo un feedback sufficiente agli studenti è stata utilizzata per chiudere il cerchio sotto forma di workshop. Christian ha mostrato agli insegnanti e ai formatori aziendali come vedere le richieste di feedback e rispondere, spiegando loro l'importanza di fornire feedback tramite il sistema e-DAP. In seguito al workshop si è registrato un notevole aumento della fornitura di feedback e un calo del tempo necessario affinché un istruttore o un formatore aziendale ne fornissero uno. Un effetto analogo è stato riscontrato quando si è manipolato il setting dei workshop (cfr. capitolo 4).

Dobbiamo ancora capire cosa accadrà quando utilizzeremo i dati sulle competenze emergenti per chiudere il cerchio dei curricula della formazione professionale di base. Auspichiamo che esso contribuisca a rendere il sistema della formazione professionale di base più agile, a rendere i curricula della formazione professionale di base più pertinenti e a fornire agli studenti le competenze e le conoscenze necessarie per prepararli al futuro del settore.

## Appendice

Sub-network type	Apprentices count (%)	Teachers count (%)	Trainers count (%)	Binary reciprocity
Apprentices	458 (80%)	NA	NA	0.44
Teachers to Apprentices	266 (47%)	54 (52%)	NA	0.21
In-company trainers to Apprentices	147 (26%)	NA	68 (86%)	0.49
Teachers to In-company trainers to Apprentices	53 (1%)	22 (21%)	15 (19%)	0.28

**Tabella 9-2** • Setup dello studio in aula concepito per la valutazione della TinkerBoard

Classrooms in Bulle		Classrooms in Yverdon	
No of Students	Condition	No of Students	Condition
15	No TinkerBoard	15	No TinkerBoard
17	TinkerBoard	16	TinkerBoard

**Tabella 9-1** • Distribuzione degli utenti e reciprocità delle sottoreti Realto

## Capitolo 10

# Sintesi

Pierre Dillenbourg, Alberto Cattaneo, Jean-Luc Gurtner, Richard Lee Davis

Come risposta generale alla nostra domanda «*Quali tecnologie digitali contribuiscono al miglioramento della formazione professionale (duale)?*» abbiamo proposto il modello *Erfahrraum* che può essere descritto come un flusso circolare, iterativo e incrementale di attività di apprendimento basate su esperienze acquisite digitalmente che circolano tra i luoghi di apprendimento (posti di lavoro e scuola). Naturalmente, un modello rappresenta sempre una semplificazione della realtà: a volte il sistema della formazione professionale di base non prevede due spazi ma uno solo (ad esempio, quando si organizzano laboratori di pratica all'interno delle scuole) e, più spesso, tre sedi (ad esempio l'azienda, la scuola e i corsi interaziendali). Un'ulteriore semplificazione del nostro modello consiste nel fatto che l'esperienza professionale è più facile da cogliere nelle professioni che producono manufatti (carpentieri, fioristi, cuochi) rispetto a quando il fulcro della pratica quotidiana è il rapporto con i clienti (ad esempio venditori, infermieri). Da un lato, queste semplificazioni costituiscono il punto di forza o addirittura lo scopo di un modello: fanno dell'*Erfahrraum* uno strumento da manipolare come uno «strumento con cui pensare». Alcune semplificazioni possono essere considerate particolarmente utili, data la complessità del sistema della formazione professionale di base svizzero.

D'altro canto, le semplificazioni hanno come corollario che la mappatura del modello rispetto alle situazioni reali è meno semplice. Ecco perché abbiamo presentato diverse storie di tecnologie per l'apprendimento in diverse professioni: cuochi, panettieri, estetiste, creatrici d'abbigliamento, impiegati di logistica, carpentieri, imbianchini e giardinieri. Le tecnologie per l'apprendimento sviluppate in tali contesti si fondano sul medesimo modello concettuale, ma finiscono per essere molto diverse proprio perché implementare un modello concettuale in un contesto specifico non è un semplice processo applicativo. Si tratta di un processo creativo di design ispirato a un quadro concettuale. Concludiamo questo libro evidenziando quattro concetti che guidano il processo di progettazione di un ambiente di apprendimento nella formazione professionale di base.

- **Collegare.** La nostra ipotesi principale è stata che le tecnologie possono risolvere il disallineamento tra le due componenti di un sistema duale, la scuola e il posto di lavoro. Parlando con insegnanti, persone in formazione e formatori in azienda ci siamo subito resi conto dell'esistenza di «divari nelle competenze» (skills gaps) tra questi due luoghi: ciò che gli alunni apprendono a scuola non viene necessariamente percepito come utile per le loro attività lavorative e ciò che fanno sul luogo di lavoro non consente loro di dare un senso a ciò che viene insegnato a scuola. Al contempo ci siamo resi conto che l'articolazione tra i luoghi di apprendimento è una grande opportunità per il deep learning e lo sviluppo dei professionisti. Con l'*Erfahrraum* (cfr. capitoli 2 e 3) abbiamo tentato di sviluppare un modello pedagogicamente valido per meglio articolare le ricche esperienze vissute dalle persone in formazione in entrambi i contesti di apprendimento per mezzo di strumenti digitali. L'*Erfahrraum* è lo strumento specifico della formazione professionale di base che insegnanti e istruttori possono utilizzare per progettare attività di apprendimento tecnologicamente avanzate per applicare questo principio.
- **Creare contatti.** Come affermato più volte, il sistema della formazione professionale di base svizzero non è semplicemente duale ma ben più complesso. Abbiamo illustrato questa complessità nel capitolo 1, così come le tensioni che essa può generare tra le diverse figure che interagiscono con le persone in formazione: insegnanti, istruttori di corsi interaziendali e formatori aziendali. Il sistema della formazione professionale di base svizzero si basa su una complessa rete di sottoreti professionali, geografiche e linguistiche. Poiché le tecnologie digitali sono intrinsecamente tecnologie di comunicazione, una delle loro ovvie possibilità consiste nel collegare tra loro le parti interessate nella formazione professionale di base, vale a dire nel sostenere ricche interazioni e flussi informativi fluidi tra tutte le persone coinvolte nella formazione di una o un apprendista. Le reti di formazione professionale di

base si differenziano dai ben noti social network, in primo luogo perché i membri hanno ruoli e doveri molto diversi e, in secondo luogo, perché sono raggruppate in sotto-reti (comunità) piuttosto ermetiche dotate di una forte identità professionale. Il capitolo 4 ha esaminato le esigenze e le soluzioni per il coinvolgimento di tutti gli attori coinvolti nella formazione professionale di base di una «comune» persona in formazione.

- **Manipolare.** Una caratteristica specifica degli istituti di formazione professionale di base rispetto ai licei è che molte delle attività di apprendimento di questi curricula condividono la necessità di manipolare oggetti fisici o di compiere gesti professionali, aspetto ben più raro nei licei. I curricula della formazione professionale di base beneficiano anche delle tecnologie digitali, grazie alle quali gli studenti hanno la possibilità di manipolare, fisicamente o almeno virtualmente, oggetti professionali realistici. Quando abbiamo iniziato, nel 2006, le interazioni tra uno studente e un ambiente di apprendimento erano perlopiù limitate a un mouse e una tastiera, almeno nella pratica quotidiana. Per arricchire l'apprendimento con interazioni più fisiche, siamo stati pionieri nello sviluppo di interfacce tangibili e sistemi AR (cfr. capitoli 6 e 7). Oggi, con la crescita dell'Internet of Things e l'ubiquità della produzione additiva, la continuità tra aspetti digitali e fisici non ha più bisogno di essere dimostrata agli attori del sistema.
- **Monitorare.** La quarta ipotesi è a corollario della seconda. Come anticipato nell'introduzione, più un sistema è complesso, maggiori sono gli sforzi necessari per monitorarne il funzionamento. Oggi, non solo macchine come le nostre auto o gli aerei, ma anche strutture sociali come i sistemi educativi sono dotate di sensori interni ed esterni utilizzati per la loro regolazione. La tecnologia può migliorare tali meccanismi di regolazione rendendoli più rapidi e sostenendo decisioni più informate nonché fondate su dati concreti, in grado di renderli sistemi più adattabili e flessibili, più prossimi al mondo del lavoro. Il capitolo 9 ha illustrato come la Learning Analytics sviluppata per la formazione professionale di base sia molto più ampia di quella sviluppata per la formazione generale, in quanto modella processi che vanno ben oltre l'aula scolastica, coinvolgendo tutte le parti interessate dai percorsi delle persone in formazione ma – al di là del sistema di formazione professionale di base in sé – anche l'evoluzione del mercato del lavoro, come pure l'emergere di nuove esigenze di competenze nelle imprese.

In prospettiva, il contributo di questo libro non è stato quello di dimostrare l'esistenza di una magica soluzione tecnologica per rispondere alle esigenze dei sistemi della formazione professionale di base. Questi 16 anni di esperimenti nelle scuole sono lastricati da molte storie di successo e altrettanti fallimenti. Come affermato nell'introduzione, le tecnologie non comportano alcun effetto intrinseco. I loro effetti dipendono dalla qualità delle attività di apprendimento che le persone in formazione e i loro educatori dovranno svolgere durante l'interazione con le tecnologie. Abbiamo fornito a questi ultimi un modello pedagogico per progettare ricche attività di apprendimento, integrando tecnologie di diversi tipi e in diversi modi e abbiamo testato ricorrenemente e iterativamente molte di queste possibilità in una continua interazione tra ricercatori e professionisti. Abbiamo prodotto ricerche, strumenti e applicazioni tecnologiche, piani-lezione e serie di attività didattiche. Abbiamo introdotto un modello pedagogico e lo abbiamo diffuso in attività formative formali e informali. Abbiamo posto al centro le esperienze delle persone in formazione e abbiamo imparato che l'Erfahrraum può funzionare con diversi tipi di esperienze, da quelle autentiche a quelle simulate, da quelle proprie a quelle altrui. Ci siamo resi conto che questo approccio localizzato è altrettanto ben allineato e complementare al modello ufficiale utilizzato per la formazione degli insegnanti della formazione professionale di base in Svizzera (cfr. Cattaneo & Boldrini, 2022). Insieme al modello, abbiamo anche prodotto prove dei suoi risultati, su persone in formazione, insegnanti, sulla trasformazione digitale delle scuole, sul sistema della formazione professionale di base e sulla sua connettività tra attori e luoghi di apprendimento.

Nonostante il nostro modello stia già funzionando bene, può ovviamente essere migliorato e lascia spazio a ulteriori approfondimenti nonché a molte questioni ancora aperte, che spaziano da quelle relative alla sostenibilità degli strumenti che abbiamo prodotto alla scalabilità del nostro approccio e all'interazione generativa tra ricer-

ca, pratica e politica. Possiamo tuttavia riassumere tutta questa meravigliosa ricchezza in un semplice slogan: ***Design matters***. Abbiamo co-progettato tecnologie; abbiamo co-progettato attività di apprendimento con gli insegnanti; ci siamo resi conto che, a volte, combinare tecnologie è meglio che concentrarsi solamente su alcune di esse. Attraverso queste interazioni abbiamo anche in qualche modo ridisegnato le relazioni tra le parti coinvolte nella formazione professionale di base. In tal modo abbiamo modestamente contribuito a plasmare la cultura della formazione professionale di base nel tentativo di sfruttare le possibilità offerte dalle tecnologie digitali. Abbiamo tentato di riassumere e condividere in questo libro questo viaggio di 16 anni. Speriamo che possa ispirare la ricca varietà di attività di apprendimento che possono essere ideate considerando gli strumenti digitali oggi disponibili.

# Epilogo

Nel corso del progetto Dual-T abbiamo beneficiato enormemente della guida del nostro Comitato consultivo. Questo Epilogo, da esso redatto, è una versione adattata della loro relazione finale sul progetto.

## Il significato di Dual-T

Friedrich Hesse, Etienne Wenger-Trayner, Jim Pellegrino, Mike Sharples, Ulrich Hoppe e P. Robert-Jan Simons

### Alcune riflessioni del Comitato consultivo

Nel presente epilogo, il Comitato consultivo Dual-T ha fornito alcune riflessioni sul significato di Dual-T quale progetto a lungo termine. Ne consideriamo l'eredità lungo due assi:

1. Nei termini dei risultati della ricerca cui Dual-T ha contribuito in diverse discipline e nel sistema della formazione professionale di base svizzero
2. Nei termini di ciò che possiamo imparare da Dual-T quale progetto che dimostra la possibilità di una ricerca design-based a lungo termine, guidata dall'innovazione e dall'impegno a trasformare la prassi.

### 1. L'eredità del modello «Erfahrraum»

Per orientare la progettazione delle tecnologie per l'apprendimento in modo da colmare il divario tra l'apprendimento scolastico e quello sul posto di lavoro, il team Dual-T ha sviluppato il modello pedagogico dell'Erfahrraum, introdotto nel capitolo 2. Questo modello ha sostenuto la ricerca e lo sviluppo durante l'intero progetto ed è probabilmente il risultato più importante di Dual-T. Il suo significato teorico è quello di presentare l'apprendimento esperienziale quale prospettiva a partire dalle teorie dell'apprendimento (Dewey, Vygotsky, Engeström, Kolb) al fine di concettualizzare il divario tra l'apprendimento sul posto di lavoro e l'apprendimento a scuola. La sua importanza quale quadro di riferimento deriva dall'essere ancorato a un modello di sistema duale di formazione professionale di base:

- Mettendo in gioco gli elementi concettuali e pratici della sfida del sistema duale professionale, compresi gli attori e i luoghi interessati (persone in formazione, insegnanti a scuola e formatori in azienda)
- Proponendo un modello dinamico del loro posto e dei loro ruoli in un ciclo di apprendimento duale tipico del sistema della formazione professionale svizzero

Partendo da tale modello di sistema duale, il contributo fondamentale del modello Erfahrraum è quello di ampliare la prospettiva educativa includendo uno «spazio digitale» che media il rapporto scuola-lavoro. Questo spazio digitale integrato nel modello schiude così un'area importante per la tecnologia didattica. Come si evince chiaramente dal grafico Erfahrraum, lo «spazio digitale» costituisce un complemento pedagogico dello «spazio fisico» duale della formazione professionale di base (cfr. figura 2-1 nel capitolo 2). Il diagramma mostra come questo elemento aggiuntivo abbia trasformato il rapporto unidimensionale scuola-lavoro in uno spazio bidimensionale, i cui quattro quadranti formano un ciclo, fornendo ulteriori «gradi di libertà» al modello. Lo sforzo di Dual-T può essere visto come l'esplorazione dei nuovi livelli di libertà prodotti da tale dimensione aggiuntiva.

Per conferire a questo modello un'impronta pedagogica, gli sforzi di sviluppo tecnologico e di applicazione di Dual-T si sono concentrati su due aspetti del modello:

- Il ruolo delle rappresentazioni nel popolare lo spazio digitale e consentire nuove pratiche didattiche e pedagogiche

- I processi attraverso i quali le rappresentazioni contribuiscono al ciclo di apprendimento duale in virtù della loro capacità di muoversi attraverso il modello e di trasformarsi nel processo

### Lo spazio digitale: il ruolo delle rappresentazioni

Per attivare il modello quale strumento di cambiamento, l'obiettivo primario e il punto di partenza di Dual-T sono stati l'introduzione di nuove tipologie di rappresentazioni sia totalmente sia parzialmente digitali. Esse sono state concepite e create quali vettori e iniziatori di trasformazioni. Nel modello Erfahrungsraum, gli esempi di tali rappresentazioni sono definiti artefatti nello spazio digitale (quadranti II e III). Seguendo la dinamica intrinseca del modello, questi artefatti fungono da raccordo tra il posto di lavoro (I) e la scuola (IV).

Le funzioni pedagogiche delle rappresentazioni create nell'ambito di Dual-T spaziano dall'acquisizione alla condivisione, all'accrescimento o addirittura all'espansione dell'esperienza:

- **Acquisire e condividere:** nel loro ruolo più fondamentale, le rappresentazioni digitali vengono utilizzate per acquisire ed eventualmente scambiare informazioni in forma strutturata. Questo sarebbe il caso di una «documentazione dell'apprendimento». In questo caso, la rappresentazione computazionale non ha lo scopo di aggiungere informazioni specifiche per il dominio ma di creare e incapsulare contenuti in modo trasportabile.
- **Annotare:** combinando frammenti di informazioni acquisite (immagini, schizzi) con annotazioni, come esemplificato nell'area delle creatrici di abbigliamento, si introducono elementi specifici del dominio. Essi sovrappongono la rappresentazione grezza con annotazioni che catturano la pratica professionale e fungono da linguaggi visivi.
- **Rispondere:** alcune rappresentazioni vengono utilizzate per creare una visione del mondo che fornisca feedback sulle azioni. In ambito logistico, la simulazione del magazzino funge da modello dinamico e osservabile, sostituendo l'ambiente professionale del mondo reale e facilitando l'osservazione e la sperimentazione rapida. Allo stesso modo, il programma per i giardinieri fornisce feedback su un progetto durante le stagioni. Tali rappresentazioni hanno la caratteristica di «fornire risposte» allo studente (Fischer, 2001).
- **Aumentare:** un ulteriore passo è la fornitura di rappresentazioni che introducano comprensione e informazioni nel dominio. È il caso dell'applicazione StaticAR, necessaria per la formazione dei carpentieri ampliando i modelli fisici delle strutture del tetto con rappresentazioni visive teoriche delle forze interagenti. Si noti che tali rappresentazioni possono anche fornire ad esempio feedback sulla probabilità di un crollo di una struttura progettata.
- **Espandere:** Alcune rappresentazioni espandono lo spazio di apprendimento per nuove esplorazioni lungo varie dimensioni. L'applicazione BloomGraph per i fioristi espande lo spazio di possibili composizioni che possono essere utilizzate per l'esplorazione e la selezione. L'applicazione di giardinaggio Mixplorer espande l'orizzonte temporale del progetto consentendo l'esplorazione della crescita nel tempo e nelle diverse stagioni.

La promessa di tali rappresentazioni suggerisce importanti questioni che non sono state ancora completamente affrontate nel modello Dual-T. Esplorarle contribuirebbe all'ulteriore sviluppo delle teorie dell'apprendimento basate sulla pratica. Ad esempio:

- L'idea di annotazioni specifiche per la professione come linguaggi visivi potrebbe essere ulteriormente esplorata nella teoria e combinata con idee derivate dalla progettazione del «Domain Specific Language» (DSL) per rafforzare l'approccio computazionale. L'inclusione di principi di progettazione DSL potrebbe portare a standardizzare l'uso di plug-in specifici per dominio nella piattaforma di apprendimento (sia essa Realto o una successiva).

- Un importante concetto del modello Erfahrungsraum è quello della riflessione sull'esperienza per promuovere l'apprendimento. Ciò che si intende per riflessione, tuttavia, rimane subteorizzato e si realizza principalmente attraverso il processo di annotazione e commenti nella documentazione dell'apprendimento. Articolando una teoria coerente della riflessione nel modello Erfahrungsraum conferirebbe maggior rigore a processi chiave quali la selezione degli artefatti da catturare, la loro condivisione per il pensiero collettivo e la creazione di atti riflessivi che favoriscano l'apprendimento. Ciò include la decisione in merito agli aspetti rilevanti e a chi si trovi nella posizione migliore per prendere tale decisione.

Allo stato attuale, tuttavia, Dual-T ha senza dubbio creato un ricco inventario di rappresentazioni digitali con applicazioni convincenti per le esigenze della formazione professionale di base in vari contesti. Ciò costituisce e dovrebbe costituire una fonte d'ispirazione per le future ricerche sulle tecnologie, sulla formazione professionale di base e sull'istruzione in generale.

### **Lo spazio digitale: la dinamica del ciclo di apprendimento duale**

Il modello Erfahrungsraum non è solo un insieme di rappresentazioni e operazioni su di esse, bensì un processo dinamico lungo il ciclo duale, come suggerisce la freccia nel diagramma. Ciò ha portato alla nozione teorica fondamentale di flusso: le rappresentazioni vanno inserite in un percorso dinamico attraverso il modello, trasformate nel processo dalle persone in formazione e dagli altri attori del sistema. L'applicazione Realto ne ha fornito un'incarnazione tecnologica. La piattaforma Realto incarna il concetto di flusso, riprendendo l'idea di una documentazione dell'apprendimento e combinandola con funzioni generali per acquisire, annotare e condividere rappresentazioni.

Lo scopo principale dei flussi di apprendimento di Realto è quello di approfondire l'esperienza delle persone in formazione attraverso una rappresentazione trasversale dei contesti, con l'idea di sfruttare infine appieno l'intero ciclo duale dell'Erfahrungsraum: raccogliere esperienze, selezionare quelle rilevanti, condividerle per renderle reciprocamente disponibili, contrapporre con esperienze proprie o altrui, annotarle per sé o per gli altri (compresi apprendisti, docenti e formatori in azienda). Realto crea dunque uno spazio di rappresentazione digitale per gestire le esperienze in vari modi e progettare attività pedagogiche che sfruttino le affordances del processo.

Rimangono importanti questioni:

- A questo punto, non tutte le rappresentazioni contribuiscono al flusso del modello Erfahrungsraum. Ad esempio, non è del tutto chiaro come le rappresentazioni che espandono esperienze come quelle che esplorano le composizioni floreali e il design del giardino si inseriscano nel ciclo dell'esperienza e come possano creare e partecipare a flussi significativi.
- Ciò che il progetto con i giardinieri sta iniziando a esplorare è l'apprendimento quale processo collettivo che combina i progetti di giardini creati da diversi studenti. Resta da vedere fino a che punto i flussi in Realto possano realizzare la promessa dell'apprendimento collettivo e fino a che punto essa debba essere guidata attraverso attività concepite dagli istruttori. L'esplorazione delle possibilità di apprendimento collettivo è una via importante per la ricerca futura.
- A livello pratico, non è ancora chiaro fino a che punto i flussi di rappresentazioni digitali possano trasportarle significativamente tra il posto di lavoro e la scuola quale istituzione. Anche quando le rappresentazioni sono state utilizzate con successo da una parte, resta da dimostrare che esse possano diventare un metodo valido per creare forti ponti pedagogici tra le sedi di apprendimento. Forse, un'aspettativa più modesta ma comunque entusiasmante sarebbe l'utilizzo delle rappresentazioni da parte delle persone in formazione nelle loro percezioni individuali e nelle loro interazioni con gli altri, affinché il «ponte» rimanga un meccanismo personale o collettivo e non necessariamente uno scambio a livello istituzionale.



Il modello Erfahrungsraum e le sue varie incarnazioni tecnologiche sono state un'importante infrastruttura di ricerca per Dual-T. Essere arrivati al punto in cui possiamo lavorare realisticamente sulle questioni e sulle sfide sollevate in merito alle rappresentazioni e ai flussi è di per sé un risultato significativo. Ciò vale per il contesto della formazione professionale di base e per altri contesti. Auspichiamo pertanto che tale agenda venga ulteriormente portata avanti sia nella ricerca in materia di formazione professionale di base sia, più in generale, nelle scienze della formazione.

## 2. Sfide e promesse di una ricerca orientata all'innovazione e orientata alla pratica

Gli insegnamenti da trarre dal progetto Dual-T vanno visti nel contesto del suo impegno costante: la ricerca a lungo termine radicalmente impegnata con l'innovazione tecnologica e pedagogica nel mondo reale.

Una questione costante per Dual-T è stata come dimostrarne il successo. Posizionare il progetto all'interno della sua metodologia contribuisce a sostenerne la causa. Fin dalla sua prima fase, il progetto ha applicato una metodologia di ricerca design-based (DBR – Design-Based Research). Proposta per la prima volta nei primi anni '90, la DBR è ora ampiamente adottata dai ricercatori nelle scienze della formazione e nella tecnologia educativa (Wang & Hannafin, 2005). Si tratta di una metodologia sistematica ma flessibile per migliorare la teoria e la pratica dell'educazione tramite una serie di interventi educativi concepiti, sviluppati e attuati in collaborazione da ricercatori e professionisti in contesti reali (Towne & Shavelson, 2002). In questo contesto, il lavoro di Dual-T può essere riconosciuto come un ottimo esempio di «ricerca strategica ispirata dall'uso» (Stokes, 1997). Tale ricerca si concentra sullo sviluppo teorico e sulla sperimentazione, cercando al contempo di affrontare questioni pratiche legate alla pedagogia e alla tecnologia, come il miglioramento dell'apprendimento delle persone in formazione nelle aree della formazione professionale.

Per valutare l'eredità di Dual-T quale progetto «modello», è importante enfatizzare le sfide poste da questo duplice orientamento sia verso l'innovazione sia verso la pratica.

- Un progetto DBR orientato all'innovazione deve gestire la tensione fra rigore e pertinenza. L'ideale è quello di avere un'elevata validità esterna in termini di contatto diretto, preoccupandosi della prassi educativa e professionale, e dimostrando al tempo stesso un'elevata validità interna in materia di controllo, causalità e generalizzabilità (Cook & Campbell, 1979).
- L'orientamento alla progettazione implica il coinvolgimento nella pratica e la modifica prototipica delle pratiche esistenti, solitamente a partire da interventi su piccola scala. Nonostante molti degli studi formali di Dual-T abbiano mostrato alcuni effetti promettenti, i campioni erano per necessità ridotti.
- Perseguendo interventi orientati all'innovazione, i ricercatori Dual-T non sono rimasti nei loro laboratori a progettare prototipi valutati in situazioni controllate. Sono andati sul campo: in aula, sul posto di lavoro, nei centri di formazione delle associazioni professionali. Hanno lavorato con insegnanti, datori di lavoro e persone in formazione. Nel tentativo di colmare il divario tra scuola e lavoro con progetti innovativi, hanno incontrato la realtà politica e istituzionale della separazione tra i due contesti. Hanno dovuto confrontarsi con domande quali: chi sono gli attori? Quali sono i loro obiettivi? Sotto quali strutture di responsabilità vivono? Come potrebbero interessarsi a sperimentare l'innovazione? Vale pertanto la pena sottolineare come il mondo della prassi istituzionalizzata sia un posto difficile per i ricercatori orientati all'innovazione. La necessità di stabilire partnership con gli operatori del settore richiede un'enorme mole di lavoro che rimane perlopiù invisibile nei formati di presentazione accettati. In tali condizioni, sia l'attività di ricerca sia i suoi effetti sul mondo dipendono da fattori che i ricercatori non controllano completamente.

## **L'approccio Dual-T: indagini multiple**

Data la complessità di tali sfide, il progresso non deriva da un unico metodo di ricerca che si muove su una traiettoria lineare, ma dalla combinazione di molte indagini. Questo approccio pone il duplice problema di creare una narrazione coerente tra i diversi progetti e di valutare i progressi compiuti su più fronti – con molteplici criteri di valutazione e metodi per misurarne il successo. Riteniamo che la raccolta di studi di Dual-T abbia affrontato le seguenti dimensioni:

Creazione di una narrazione coerente:

- Avere un modello teorico per costruire ponti pedagogici tra la scuola e il posto di lavoro
- Integrare l'innovazione tecnologica con lo sviluppo di tale modello

Progettazione di artefatti tecnologici innovativi che possano servire all'apprendimento in nuovi modi:

- Nuove tecnologie didattiche (ad es. la TinkerLamp per gli impiegati di logistica, il software Mixplorer per la progettazione sociale di giardini o l'individuazione di competenze emergenti)
- Esperimenti di progettazione iterativa con una serie di prototipi perfezionati durante l'uso (ad es. prototipi successivi alla TinkerLamp testati con apprendisti impiegati di logistica)

Creazione e valutazione di progetti di apprendimento per il ricorso allo sviluppo di nuovi artefatti:

- Sperimentazione di innovazioni pedagogiche legate alle nuove tecnologie (ad es. modelli di attività per Realto)
- Valutazione dettagliata dei processi di apprendimento e dei risultati (ad es. studi sulle osservazioni visive di annotazioni di immagini)

Svolgimento di progetti dimostrativi in contesti reali:

- Adozione di nuovi approcci in contesti dimostrativi specifici (ad es. tecniche di organizzazione in aula per sfruttare la TinkerLamp, documentazione dell'apprendimento per pasticceri o simulazioni per apprendisti impiegati di commercio)
- Miglioramenti delle prestazioni (ad es. cuochi che utilizzano video ripresi sul posto di lavoro quali ausili didattici in aula per migliorare la loro pratica o giardinieri che utilizzano l'AR per la progettazione e potenzialmente per coinvolgere i clienti)

Adozione dell'innovazione su vasta scala:

- L'aumento degli interventi tramite l'impiego di tecnologie e pratiche innovative (ad es. l'adozione di piattaforme Dual-T con apprendisti provenienti da molteplici professioni)
- Partnership che consentono l'adozione dell'innovazione su vasta scala (ad es. lavorare con le associazioni professionali per digitalizzare le documentazioni dell'apprendimento)

La complessità di tali indagini diverse e interconnesse riflette l'ambizione di un progetto DBR orientato all'innovazione come Dual-T. Vale quindi la pena considerare ciascuna di queste dimensioni per riflettere sui risultati raggiunti e su ciò che questo lavoro consente di apprendere.

## **Creare una narrazione coerente: co-evoluzione di tecnologia e pedagogia**

Fornire un quadro generale nell'ambito di Dual-T è un passo fondamentale che abbiamo fortemente incoraggiato fin dall'inizio. In questo caso, la domanda di valutazione è:

- Un modello pedagogico può ancorare un'ampia varietà di progetti in una disciplina teorica condivisa che aiuti a dare un senso al loro contributo all'obiettivo generale?

Lo sviluppo dell'Erfahrraum è rappresentativo di questo tentativo. Un aspetto distintivo dell'approccio di Dual-T è che il modello Erfahrraum e le tecnologie didattiche si sono evoluti di pari passo attraverso una serie di progetti interconnessi. Non si è trattato di un'unica sequenza di esperimenti di progettazione. Piuttosto, i progetti si sono rafforzati a vicenda, hanno portato avanti il modello Erfahrraum, hanno informato la progettazione delle piattaforme e affrontato la questione generale della ricerca attraverso un processo di co-evoluzione.

Ad esempio, nel 2012 il modello Erfahrraum originale prevedeva tre fasi: raccolta (degli artefatti sul posto di lavoro), sfruttamento (degli artefatti come risorse per l'apprendimento), convalida (dell'espansione delle conoscenze come attività professionale). Nel 2022, grazie all'istanza del modello nelle piattaforme tecnologiche e alla sua sperimentazione pratica, il modello è divenuto più ricco e complesso, con più fasi (esecuzione, preselezione, acquisizione, post-selezione, aumento, clustering, esercitazione/simulazione) e livelli e ruoli aggiuntivi.

Allo stesso modo, la tecnologia si è evoluta in potenza e complessità, dagli originali strumenti LearnDoc per panettieri e cuochi alle piattaforme integrate Realto 1, 2 e 3. Questi sviluppi tecnologici sono stati influenzati dal modello Erfahrraum, da esperimenti in laboratorio e da studi sul posto di lavoro e in aula.

- A livello micro, sono stati apportati miglioramenti per Realto a supporto del modello Erfahrraum esteso (ad esempio, nelle immagini annotate).
- A livello meso, ogni iterazione di Realto deve supportare aggiornamenti software per far fronte a una scala di implementazione ampliata mantenendo l'allineamento con l'Erfahrraum.
- A livello macro, l'esperienza recente ha dimostrato che l'Erfahrraum può essere attuato (in una certa misura) senza Realto, utilizzando tecnologie commerciali come Microsoft Teams.

Nel corso di Dual-T è stato possibile chiedere dove ciascun progetto si inserisce nel modello Erfahrraum e in cosa vi contribuisca (una domanda irritante che abbiamo continuato a porre). Certamente, non tutti i progetti rientrano perfettamente in questa interazione modello/tecnologia. Ad esempio abbiamo notato che l'espansione degli spazi di ricerca o la scoperta automatizzata di competenze emergenti attualmente può essere difficile da collocare nell'Erfahrraum. Ma è proprio la natura della co-evoluzione tra tecnologia e modello pedagogico, guidata dall'innovazione, che obbliga ad avviare progetti che vadano oltre il modello attuale – con la possibilità di farlo progredire.

In ogni caso, la disciplina della coevoluzione teorica e pratica è stata una caratteristica distintiva di Dual-T. Ha prodotto un modello e una base per nuove ricerche che dovrebbero rimanere un elemento centrale dei nuovi programmi. Ciò agevolerà l'elaborazione di ulteriori ricerche in materia di formazione professionale di base su basi teoriche. Riteniamo infatti che gli obiettivi di Dual-T – l'utilizzo dell'innovazione tecnologica per migliorare il collegamento tra l'apprendimento sul posto di lavoro e l'apprendimento scolastico – non possano realizzarsi senza l'Erfahrraum e le sue ulteriori istanze. I lavori futuri dovrebbero riconoscere questo risultato e riflettere su come integrare nuove versioni del modello Erfahrraum nell'istruzione e nella pratica della formazione professionale di base.

### **Innovazione tecnologica**

Nel corso degli anni, Dual-T ha prodotto un gran numero e una varietà di artefatti innovativi. La domanda di valutazione è:

- I nuovi artefatti fanno qualcosa di utile o promettente che non si poteva fare prima?
- Aprono nuove vie per la sperimentazione?

A questo proposito crediamo che Dual-T abbia avuto un successo insolito. Anche se a volte abbiamo avuto l'impressione che stesse sparando in tutte le direzioni, sappiamo che una proliferazione di indagini è la fonte dell'inventiva. Le dimostrazioni

sono sempre state una parte stimolante dei nostri incontri e abbiamo ascoltato molte relazioni di insegnanti della formazione professionale di base che hanno reagito con entusiasmo. Si tratta certamente di una valutazione soggettiva, ma l'innovazione tecnologica è tanto un'arte quanto una scienza. E non è insignificante che un gruppo di insegnanti esperti e di educatori veterani come noi abbiano trovato la tecnologia eccitante, proprio come i premi cinematografici non vengono resi insignificanti dal coinvolgimento della valutazione soggettiva dei leader del settore. Come abbiamo già detto, la mera portata e la diversità dell'inventario dell'innovazione dovrebbero ispirare la comunità delle tecnologie didattiche a impegnarsi nella ricerca e nello sviluppo.

### **Interventi orientati all'innovazione nella pratica con valutazioni dettagliate**

Per vedere se l'innovazione tecnica sia all'altezza delle sue promesse è necessario progettare attività che ne valutino gli effetti nell'uso. In questo caso, la domanda di valutazione è:

- L'uso di un nuovo artefatto in attività ben congegnate fa una differenza significativa per i processi e i risultati di apprendimento?

In questa dimensione, Dual-T ha cercato di progettare valutazioni formali degli effetti pedagogici delle innovazioni tramite progetti sperimentali e quasi sperimentali ben controllati con assegnazione casuale di individui ai trattamenti. Gli studi pubblicati sui risultati dei progetti forniscono un supporto empirico preliminare per l'usabilità e l'impatto su una serie di risultati di apprendimento tra cui la comprensione, le capacità di osservazione, lo sviluppo di strategie metacognitive e l'acquisizione di conoscenze dichiarative per quanto riguarda lo sviluppo di capacità riflessive. L'evidenza degli studi empirici rimane preliminare, considerato il numero limitato di casi utilizzati per la valutazione.

Si sono tuttavia rivelate altrettanto significative le reazioni qualitative e le testimonianze degli utenti (per la maggior parte insegnanti e persone in formazione, poco è emerso dai datori di lavoro) raccolte in alcuni casi (ad esempio apprendisti impiegati di logistica e insegnanti di giardinieri). Anche in questo caso, le risposte erano promettenti, ma i numeri erano relativamente piccoli e sarà necessaria una raccolta e un'analisi più sistematica delle testimonianze dei partecipanti per poter fare affermazioni più ampie in termini di scalabilità.

### **Adozione nei progetti «modello»: la necessità di collaborazione**

L'impiego di nuovi artefatti in contesti reali richiede lo sviluppo di nuove pratiche. Nelle scuole, ciò comprende nuove pratiche nella progettazione delle attività, nell'istruzione e nell'organizzazione in aula. Sul posto di lavoro vanno sviluppate nuove attività per catturare momenti di pratica e fornire feedback (ciò include il rispetto delle esigenze locali, come il timore espresso da alcuni datori di lavoro che i segreti possano trapelare alla concorrenza). In questo caso, la domanda di valutazione è:

- Quanto rilevanti e utili sono stati i progetti «modello» specifici nei loro contesti?
- Quale livello di generalità indicano questi progetti «modello» nell'insieme?

Alcuni progetti «modello» hanno coinvolto un numero di apprendisti sufficiente a mostrare effetti significativi, ad esempio nel caso degli apprendisti impiegati di commercio. Anche se i numeri sono rimasti per lo più modesti, vi sono prove preliminari che l'uso di presentazioni in tutto il ciclo duale influisca sulla trasmissione di feedback sul posto di lavoro: se basato su prove e più specificamente legato a situazioni particolari, il feedback tende a diventare meno correttivo e prescrittivo e maggiormente di supporto. Presentazioni e annotazioni possono anche cambiare lo stile della comunicazione, rendendola più orientata agli studenti e dialogica anziché assertiva e guidata dal tutor. Tale comunicazione di feedback viene meglio accettata e integrata dalle persone in formazione che possono poi passare dall'etero-valutazione all'auto-valutazione.

Nel corso degli anni, i progetti «modello» sono stati realizzati in contesti sufficienti a indicarne la fattibilità. Una prova convincente della generalità dell'approccio è data dalla sua introduzione in una vasta gamma di professioni, da panettieri e cuochi ai carpentieri e imbianchini, dai giardinieri ai fioristi, ai creatori d'abbigliamento e agli apprendisti impiegati di commercio. Nonostante il livello di utilizzo nella pratica sia stato variabile, l'importanza percepita è stata diffusa. Trovare operatori disposti a collaborare in veste di partner nello sviluppo di nuove pratiche è sempre una sfida per i progetti «modello» ma gli insegnanti che hanno partecipato a Dual-T in qualità di partner sono stati generalmente molto positivi.

### **Adozione su vasta scala nella prassi istituzionalizzata**

Il team Dual-T ha lavorato sodo per promuoverne l'adozione nel sistema duale di formazione professionale di base svizzero. In questo caso, la domanda di valutazione è:

- Qual è la portata dell'adozione pratica delle innovazioni basate sulla ricerca per professioni specifiche o in tutto il sistema?

Questo si è rivelato un compito molto più difficile. Dual-T ha raggiunto un modesto impatto sulla formazione professionale di base elvetica. Realto conta solo circa 1'500 utenti in molteplici professioni ma un centro di formazione sanitaria ha adottato il modello Erfahrungsraum per fornire informazioni sulla propria pedagogia; le piattaforme LearnDoc e e-Dap hanno visto un uso prolungato nel corso del progetto e le scuole sono ora dotate di TinkerLamp ma non esiste una strategia chiara a sostegno della tecnologia o della pedagogia oltre il termine del progetto.

Non è per mancanza di tentativi se tale adozione è stata limitata. Il team Dual-T ha parlato con i rappresentanti di molte scuole e associazioni professionali. Hanno addirittura creato una posizione a tempo pieno per fornire aiuto con l'adozione di Realto. L'impatto limitato del progetto è stato una delusione sia per i ricercatori sia per noi in qualità di consulenti. In una certa misura, questa è una limitazione della DBR – che è una metodologia per gli interventi (design experiments) e non per un cambiamento sistemico. Pochi progetti di ricerca nel campo delle tecnologie didattiche hanno raggiunto dimensioni e sostenibilità durature e la maggior parte di essi ha richiesto decenni di ricerca continua nonché il sostegno di facoltose istituzioni e imprese.

Uno degli spunti di questo percorso di apprendimento è stato quello di riconoscere appieno quanto l'adozione su vasta scala vada al di là di ciò che i ricercatori possono fare – o addirittura influenzare – da soli. Così numerosi aspetti al di fuori del loro controllo possono richiedere impegni immediati da parte di professionisti e agenzie federali verso il progetto e le sue aspirazioni. Tali impegni, al di là del finanziamento della ricerca, possono aumentare la probabilità di incorporare le innovazioni nella prassi quotidiana – ma con il rischio che le tendenze conservatrici nelle strutture esistenti possano ostacolare la prolifica produzione e la sperimentazione di innovazioni radicali.

### **Effetti sistemici: una cultura dell'innovazione**

Esiste un effetto più ampio da considerare quando si valuta l'eredità di Dual-T. Quando i ricercatori si impegnano a lungo in ricerche orientate all'innovazione e alla pratica, come hanno fatto i ricercatori nell'ambito di Dual-T, essi interagiscono con diverse parti del sistema, costruiscono nuove reti, creano nuove conversazioni ed espongono le persone a nuovi pensieri. Durante i nostri incontri abbiamo ascoltato relazioni formali e informali coerenti sui collegamenti e sulle discussioni con i principali attori della formazione professionale di base quali insegnanti, dirigenti scolastici, formatori di insegnanti e professionisti. Alcuni dirigenti di Dual-T sono stati invitati a tenere presentazioni alle associazioni professionali. Nel tempo, tale processo influisce sulle persone, anche se alcune hanno motivi per opporsi a una specifica innovazione. In altre parole, queste interazioni continuano a espandere l'orizzonte del possibile – il primo passo della creatività e del cambiamento culturale. In questo caso, la domanda di valutazione è:

- In un sistema tradizionale quale quello della formazione professionale di base duale, qual è l'effetto di un'iniezione persistente e incessante di inventiva?
- In che modo ciò influisce sulla capacità a lungo termine di un sistema così complesso di evolversi, adattarsi e apprendere?

Quando consideriamo l'evoluzione e l'eredità di Dual-T è importante includere considerazioni in tal senso. È vero che tale effetto diffuso è molto difficile da valutare con certezza e non abbiamo una risposta definitiva. Dalle relazioni coerenti dei leader di Dual-T, tuttavia, sospettiamo fortemente che si tratti di un risultato emergente. Il caso di Dual-T ha dimostrato che questa continua iniezione di inventiva può essere effettuata da ricercatori intrisi nella tradizione di creatività e rigore ed esterni al sistema – a condizione che abbiano la pazienza e il sostegno per impegnarsi a lungo termine con il sistema. Questo effetto culturale potrebbe, in ultima analisi, essere più importante per il futuro della formazione professionale di base svizzera dell'attuale livello di adozione di idee o tecnologie specifiche.

### **E ora?**

Qualsiasi trasformazione sistemica richiede un coinvolgimento a lungo termine e ci congratuliamo con il Governo federale svizzero per aver sostenuto questo progetto per così tanti anni. Questo impegno duraturo è estremamente raro per i progetti di ricerca nel campo delle scienze sociali. Se tuttavia abbiamo ragione sugli sforzi pionieristici di Dual-T per la trasformazione pedagogica, culturale e istituzionale, sarà importante trovare qualche maniera per proseguire. Concludiamo con alcune riflessioni sul futuro.

### **La piattaforma Realto**

Una tecnologia pratica e teorica come la piattaforma Realto si è rivelata utile in diverse professioni nonché nella ricerca. Tuttavia, la sua longevità è preoccupante, data la necessità di una manutenzione e di un sostegno costanti da parte di enti federali e/o societari svizzeri. Apprezziamo gli sforzi compiuti per trovare partner che se ne facciano carico ma le scuole e le associazioni professionali sono comprensibilmente riluttanti ad adottarlo per la formazione professionale di base senza chiare prospettive a lungo termine. Da tempo ci preoccupiamo delle difficoltà di sostenere un prototipo basato sulla ricerca e di inserirlo nel mondo della pratica istituzionalizzata su larga scala. Forse avremmo dovuto insistere ancora di più su questa sfida e Dual-T potrebbe aver già preso in considerazione strade alternative. Detto questo, Dual-T sta creando una serie di scenari per spronare gli educatori ad adottare l'approccio del modello Erfahrraum/Realto, utilizzando piattaforme tecnologiche ampiamente disponibili e supportate. Riteniamo che si tratti di un ottimo sviluppo per un'eredità più duratura.

### **Il modello Erfahrraum**

Quale modello concettuale dei collegamenti tra il posto di lavoro e la scuola, l'Erfahrraum si è rivelato essenziale per orientare un programma di ricerca eterogeneo incentrato sulla pratica della formazione professionale di base. Trattandosi di un'euristica della ricerca e di un quadro pedagogico, esso modella aspetti chiave del sistema di formazione professionale di base svizzero con un chiaro spazio per le tecnologie digitali. Può costituire una sorta di base per orientare le esplorazioni attuali e future della ricerca e dello sviluppo, tecnologicamente o meno, in relazione al miglioramento della formazione duale laddove, come in Svizzera, l'apprendimento e l'istruzione avvengono sia a scuola sia sul posto di lavoro. In quanto tale, il modello Erfahrraum rappresenta un grande passo avanti.

Il valore del modello è reale nonostante si riconosca che l'attuale corpus di Dual-T non possa ancora dirsi «istanziato» o «convalidato» per tutti i presupposti e le dimensioni del modello. Rimangono alcuni interrogativi sulla natura teorica del modello. Secondo le definizioni di Becker (2015) si tratta di una teoria dell'apprendimento (su

come le persone apprendono), di una teoria dell'istruzione (come le persone dovrebbero insegnare) o di un modello di progettazione didattica (una ricetta per creare interventi didattici)? Non è nessuno di questi ma contiene elementi di ciascuno di essi. Varrebbe la pena riflettere sull'opportunità di una versione più prescrittiva per renderla utile agli ideatori dei programmi della formazione professionale di base. Tutto ciò è oggetto di ulteriore lavoro.

### **Formazione degli insegnanti della formazione professionale di base**

Uno dei modi più promettenti per utilizzare e proseguire l'eredità di Dual-T è nel contesto della formazione professionale di base e della ricerca. La formazione delle prossime generazioni di insegnanti della formazione professionale di base dovrebbe comprendere lo studio del modello *Erfahrungsraum*, nonché di esempi di utilizzo innovativo della tecnologia del tipo proposto da Dual-T. Ciò consentirebbe ai futuri insegnanti di avere una visione più ampia del loro operato e aprirebbe la loro immaginazione a nuove possibilità. Esporre gli operatori e i manager all'innovazione e alla sperimentazione aprirebbe la strada a una continua iniezione di innovazione nella cultura della formazione professionale di base svizzera.

### **Il libro come strategia di diffusione**

Infine, concludere il progetto con la pubblicazione di un libro è un modo appropriato per diffondere la sua eredità al di là delle pubblicazioni su riviste scientifiche. In effetti, i contributi e l'eredità di Dual-T sono meglio interpretati come un pacchetto completo anziché come parti separate. Un libro può mostrare la portata dell'inventiva possibile offrendo al tempo stesso un quadro teorico per darvi un senso. Può fungere da fonte d'ispirazione non solo per gli ideatori dei programmi della formazione professionale di base ma anche per ricercatori, insegnanti, policymaker e altri attori che desiderano migliorare l'apprendimento nella formazione professionale di base.

### **Per concludere**

È stato per noi un onore e un piacere partecipare a Dual-T. Abbiamo potuto dare testimonianza – e talvolta contribuire – del lavoro di ricercatori spinti dall'impegno a utilizzare i loro talenti, le loro competenze e le loro posizioni privilegiate per fare una vera differenza nella pratica. Questa è stata una dottrina fondamentale dell'intero progetto, nonché uno dei motivi per cui siamo stati lieti di continuare a far parte del Comitato consultivo per così tanto tempo. Siamo grati per l'opportunità che ci è stata offerta.

## Riferimenti bibliografici

- Akkerman, S. F., & Bakker, A. (2011). Boundary crossing and boundary objects. *Review of educational research*, 81(2), 132-169.
- Alavi, H. S., Dillenbourg, P., & Kaplan, F. (2009). Distributed awareness for class orchestration. In *European Conference on Technology Enhanced Learning* (211-225). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Aprèa, C., Sappa, V., & Tenberg, R. (2020). Connectivity and integrative competence development in vocational and professional education and training (VET/PET): an introduction to the special issue. *Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik: ZBW. Beiheft*, 2020(29), 13-16.
- Baker, R. S. J. D. (2010). Data mining for education. *International encyclopedia of education*, 7(3), 112-118.
- Bakker, A., & Akkerman, S. (2019). The learning potential of boundary crossing in the vocational curriculum. In D. Guile, & L. Unwin (Eds.), *The Wiley handbook of vocational education and training*, 349-372.
- Balacheff, N. (1994). La transposition informatique. Note sur un nouveau problème pour la didactique. *Vingt ans de didactique des mathématiques en France*, 2, 132-138.
- Basile, O. (2020). Gonna a teli e le sue varianti: ricerca e sviluppo. *Lavoro di certificazione CAS Formatore/Formatrice digitale*. Lugano: SFUVET.
- Boldrini, E., & Cattaneo, A. (2014). Scaffolding collaborative reflective writing in a VET curriculum. *Vocations and learning*, 7(2), 145-165.
- Bonnard, Q., Verma, H., Kaplan, F., & Dillenbourg, P. (2012a). Paper interfaces for learning geometry. In *European Conference on Technology Enhanced Learning* (pp. 37-50). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Bonnard, Q., Jermann, P., Legge, A., Kaplan, F., & Dillenbourg, P. (2012b). Tangible paper interfaces: interpreting pupils' manipulations. In *Proceedings of the 2012 ACM International Conference on Interactive Tabletops and Surfaces* (pp. 133-142).
- Boroujeni, M. S. (2018). *Discovering Interaction Patterns in Online Learning Environments* (No. 8238). Unpublished PhD Thesis EPFL.
- Bransford, J. D., Brown, A. L., & Cocking, R. R. (2000). *How people learn* (Vol. 11). Washington, DC: National academy press.
- Breslin, F. C., Polzer, J., MacEachen, E., Morrongiello, B., & Shannon, H. (2007). Workplace injury or "part of the job"?: Towards a gendered understanding of injuries and complaints among young workers. *Social Science & Medicine*, 64(4), 782-793.
- Bronckart, J. P., & Plazaola Giger, M. I. (1998). La transposition didactique. Histoire et perspectives d'une problématique fondatrice. *Pratiques*, (97-98), 35-58.
- Caruso, V., Cattaneo, A., & Gurtner, J. L. (2017). Creating technology-enhanced scenarios to promote observation skills of fashion-design students. *Form@re-Open Journal per la formazione in rete*, 17(1), 4-17.
- Caruso, V., Cattaneo, A., & Gurtner, J-L. (2020). Exploring the potential of learning documentation as a boundary object in the Swiss vocational education and training system. In: C. Aprèa, V. Sappa, & R. Tenberg (Eds.), *Connectivity and integrative competence development in vocational and professional education and training (VET/PET)* (pp. 213-231). Stuttgart: Franz Steiner Verlag.
- Cattaneo, A., & Boldrini, E. (2016). Individual and collaborative writing-to-learn activities in vocational education: An overview of different instructional strategies. In G., Ortoleva, M., Bétrancourt, M., S., Billett, S. (Eds), *Writing for professional development*, 188-208.
- Cattaneo, A., & Boldrini, E. (2017). Learning from errors in dual vocational education: Video-enhanced instructional strategies. *Journal of Workplace Learning*, 29(5), 357-373.
- Cattaneo, A., & Boldrini, E. (2022). Erfahrungsraum und Situationsdidaktik. Analogien, Unterschiede und Herausforderungen. In G. Ghisla, E. Boldrini, C. Gremion, F. Merlini, & E. Wüthrich (Eds.), *Didaktik und Situationen. Ansätze und Erfahrungen für die Berufsbildung* (pp. 119-130). Bern: hep.
- Cattaneo, A., Felder, J. & Gurtner, J-L. (2021). Digital tools as boundary objects to support connectivity in dual vocational education. In E. Kyndt, S. Beusaert and I. Zitter (Eds.), *Developing connectivity between education and Work. Principles and Practices* (pp. 137-157). New York: Routledge.
- Cattaneo, A., & Motta, E. (2021). "I Reflect, Therefore I Am... a Good Professional". On the Relationship between Reflection-on-Action, Reflection-in-Action and Professional Performance in Vocational Education. *Vocations and Learning*, 14(2), 185-204.
- Cattaneo, A., Motta, E., & Gurtner, J. L. (2015). Evaluating a mobile and online system for apprentices' learning documentation in vocational education: Usability, effectiveness and satisfaction. *International Journal of Mobile and Blended Learning (IJMBL)*, 7(3), 40-58.



- Cattaneo, A., van der Meij, H., Aprea, C., Sauli, F., & Zahn, C. (2018). Designing instructional activities integrating hypervideo: An operative model. *Interactive learning environments*, 27(4), 508-529.
- Cattaneo, A., Boldrini, E., & Lubinu, F. (2020). "Take a look at this!". Video annotation as a means to foster evidence-based and reflective external and self-given feedback: A preliminary study in operation room technician training. *Nurse Education in Practice*, 44, 102770.
- Cattani, P. (2020). *Lavoro di certificazione CAS Formatore/Formatrice digitale*. Lugano: SFUVET.
- Chatti, M. A., Dyckhoff, A. L., Schroeder, U., & Thüs, H. (2012). A reference model for learning analytics. *International Journal of Technology Enhanced Learning*, 4(5-6), 318-331.
- Clow, D. (2013). An overview of learning analytics. *Teaching in Higher Education*, 18(6), 683-695.
- Cook, T. D., & Campbell, D. T. (1979). *Quasi-experimentation: Design and analysis issues for field settings*. Boston, MA: Houghton Mifflin Company.
- Coppi, A. E., & Cattaneo, A. (2021). Fostering Apprentice Beauticians' Visual Expertise Through Annotations: A Design Experiment Using the Platform Realto. *RedFame*, 9(7), 27-40.
- Coppi, A. E., Oertel, C., & Cattaneo, A. (2021). Effects of Experts' Annotations on Fashion Designers Apprentices' Gaze Patterns and Verbalisations. *Vocations and Learning*, 14(3), 511-531.
- Coppi, A. E. (2021). The Potential of Using Annotations to Foster Visual Expertise. *Unpublished PhD Thesis*. University of Fribourg.
- De Jong, T., & Van Joolingen, W. R. (1998). Scientific discovery learning with computer simulations of conceptual domains. *Review of educational research*, 68(2), 179-201.
- Dillenbourg, P., & Jermann, P. (2010). Technology for classroom orchestration. In M. S. Khine & I. M. Saleh (Eds.), *New Science of Learning*, (pp. 525-552). Springer, New York, NY.
- Dillenbourg, P., Zufferey, G., Alavi, H., Jermann, P., DoLenh, S., Bonnard, Q., Cuendet, S. and Kaplan, F. (2011) Classroom orchestration: The third circle of usability. *Proceedings of the 9th Computer-Supported Collaborative Learning Conference*, Hong Kong, July 4-8, 2011.
- Do-Lenh, S., Jermann, P., Cuendet, S., Zufferey, G., & Dillenbourg, P. (2010). Task performance vs. learning outcomes: a study of a tangible user interface in the classroom. In *European Conference on Technology Enhanced Learning* (pp. 78-92). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Do-Lenh, S., Jermann, P., Legge, A., Zufferey, G., & Dillenbourg, P. (2012). TinkerLamp 2.0: designing and evaluating orchestration technologies for the classroom. In *European Conference on Technology Enhanced Learning* (pp. 65-78). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Evi-Colombo, A., Cattaneo, A., & Bétrancourt, M. (2020). Technical and pedagogical affordances of video annotation: A literature review. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 29(3), 193-226.
- Faucon, L., Olsen, J. K., Haklev, S., & Dillenbourg, P. (2020). Real-Time Prediction of Students' Activity Progress and Completion Rates. *Journal of Learning Analytics*, 7(2), 18-44.
- Fischer, G. (2001). Articulating the task at hand and making information relevant to it. *Human-Computer Interaction*, 16(2-4), 243-256.
- Furlan, N. (2017). Feedback im Kontext von Lehrbetrieben. *Unpublished PhD Thesis*, University of Fribourg. <http://doc.rero.ch/record/305058>.
- Gianetti, C. (2021). *Cuochi AFC, apprendere con le nuove tecnologie e nuovo ruolo del docente*. Lugano: SFUVET.
- Georgiou, Y. & Kyza, E. (2018) Relations between student motivation, immersion and learning outcomes in location-based augmented reality settings, *Computers in Human Behavior*, 89, pp. 173-181.
- Goodwin, C. (2015). Professional vision. In S. Reh, K. Berdelmann, & J. Dinkelaker (Eds.), *Aufmerksamkeit* (pp. 387-425). Springer VS, Wiesbaden.
- Griffiths, T., & Guile, D. (2003). A connective model of learning: The implications for work process knowledge. *European educational research journal*, 2(1), 56-73.
- Guile, D., & Griffiths, T. (2001). Learning through work experience. *Journal of education and work*, 14(1), 113-131.
- Guile, D; (2020) Rethinking connectivity as recontextualisation: issues for research and practice. In C. Aprea, V. Sappa & R. Tenberg (Eds.), *Konnektivität und lernortintegrierte Kompetenzentwicklung in der beruflichen Bildung* (pp. 35-54). Franz Steiner Verlag Wiesbaden GmbH: Stuttgart, Germany.
- Hämäläinen, R., & Cattaneo, A. (2015). New TEL environments for vocational education—teacher's instructional perspective. *Vocations and learning*, 8(2), 135-157.

- Illeris, K. (2011). *The Fundamentals of Workplace Learning. Understanding How People Learn in Working Life*. New York: Routledge.
- Kapur, M. (2008). Productive failure. *Cognition and Instruction*, 26(3), 379-424.
- Kim, K. G., Oertel, C., & Dillenbourg, P. (2021). How florist apprentices explore bouquet designs: Supporting design space exploration for vocational students. *International Journal for Research in Vocational Education and Training*, 8(1), 65-86.
- Kim, K. G., Oertel, C., Dobricki, M., Olsen, J. K., Coppi, A. E., Cattaneo, A., & Dillenbourg, P. (2020). Using immersive virtual reality to support designing skills in vocational education. *British Journal of Educational Technology*, 51(6), 2199-2213.
- Kim, K. G., Davis, R. L., Coppi, A., Cattaneo, A., & Dillenbourg, P. (2022). Mixplorer: Scaffolding Design Space Exploration through Genetic Recombination of Multiple Peoples' Designs to Support Novices' Creativity. In *Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI'22)*.
- Kyndt, E., Beusaert, S., & Zitter, I. (2021). *Developing Connectivity Between Education and Work: Principles and Practices*. London: Routledge.
- Lave, J., & Wenger, E. (2001). Legitimate peripheral participation in communities of practice. In J. Clarke, A. Hanson, R. Harrison, & F. Reeve (Eds.), *Supporting lifelong learning* (pp. 121-136). London: Routledge.
- Lucchi, A., Jermann, P., Zufferey, G., & Dillenbourg, P. (2010, January). An empirical evaluation of touch and tangible interfaces for tabletop displays. In *Proceedings of the fourth international conference on Tangible, embedded, and embodied interaction*, (pp. 177-184).
- Lucignano, L., Cuendet, S., Schwendimann, B., Shirvani Boroujeni, M., Dehler, J. et al. (2014) My Hands or my Mouse: Comparing a Tangible and Graphical User Interface using Eye-Tracking Data. Fablearn, 2014, Stanford, CA USA, October 25-26, 2014.
- Martín-Gutiérrez, J., Navarro, R. E., & González, M. A. (2011, October). Mixed reality for development of spatial skills of first-year engineering students. *Frontiers in Education Conference (FIE)*. IEEE.
- Mauroux, L., Dehler Zufferey, J., Jimenez, F., Wehren, R., & Gurtner, J. L. (2013). Autorégulation des apprentissages et dossiers de formation en formation professionnelle. *L'apprentissage autorégulé: Perspectives théoriques et recherches empiriques*, 195-227.
- Mauroux, L., Könings, K. D., Zufferey, J. D., & Gurtner, J. L. (2014). Mobile and online learning journal: Effects on apprentices' reflection in vocational education and training. *Vocations and Learning*, 7(2), 215-239.
- Mauroux, L., Zufferey, J. D., Rodondi, E., Cattaneo, A., Motta, E., & Gurtner, J. L. (2016). Writing reflective learning journals: Promoting the use of learning strategies and supporting the development of professional skills. In G., Ortoleva, M., Bétrancourt, M., S., Billett, S. (Eds), *Writing for professional development* (pp. 107-128). Brill.
- Mayer, R. E. (2001). *Multimedia Learning*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Mayer, R. E. (Ed.) (2014). *The Cambridge handbook of multimedia learning* (2nd ed.). New York: Cambridge University Press.
- Meier, A., Spada, H., & Rummel, N. (2007). A rating scheme for assessing the quality of computer-supported collaboration processes. *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning*, 2(1), 63-86.
- Motta, E., Boldrini, E., & Cattaneo, A. (2013). Technologies to "bridge the gap" among learning contexts in vocational training. In P. M. Pumi- lia-Gnarini, E. Favaron, E. Pacetti, J. Bishop, & L. Guerra (Eds.), *Handbook of research on didactic strategies and technologies for education: Incorporating advancements* (pp. 247-265). IGI Global.
- Motta, E., Cattaneo, A., & Gurtner, J. L. (2014). Mobile devices to bridge the gap in VET: Ease of use and usefulness as indicators for their acceptance. *Journal of Education and Training Studies*, 2(1), 165-179.
- Motta, E., Cattaneo, A., & Gurtner, J. L. (2017). Co-regulations of learning in small groups of chef apprentices: when do they appear and what influences them?. *Empirical Research in Vocational Education and Training*, 9(1), 1-20.
- Müller, B., & Schweri, J. (2015). How specific is apprenticeship training? Evidence from inter-firm and occupational mobility after graduation. *Oxford Economic Papers*, 67(4), 1057-1077.
- Nova, N., Girardin, F., & Dillenbourg, P. (2005, November). 'Location is not enough!': An empirical study of location-awareness in mobile collaboration. In *IEEE International Workshop on Wireless and Mobile Technologies in Education (WMTE'05)* (pp. 21-28). IEEE.
- Peter, K. (2014). Der Einfluss von Online-Plattformen auf Lernortkooperation: Fallanalyse in zwei Kantonen anhand ausgewählter Berufe (Doctoral dissertation, University of Zurich). [www.zora.uzh.ch/id/eprint/164362/1/20142140.pdf](http://www.zora.uzh.ch/id/eprint/164362/1/20142140.pdf)

- Resnick, L. B., & Science National Research Council (US). Committee on Research in Mathematics. (1987). Education and learning to think.
- Salzmann, C., Gillet, D., & Huguenin, P. (2000). Introduction to real-time control using LabVIEWTm with an application to distance learning. *International Journal of Engineering Education*, 16(5), 372-384.
- Sappa, V., & Aprea, C. (2014). Conceptions of connectivity: How Swiss teachers, trainers and apprentices perceive vocational learning and teaching across different learning sites. *Vocations and Learning*, 7(3), 263-287.
- Sauli, F., Cattaneo, A., & van der Meij, H. (2018). Hypervideo for educational purposes: a literature review on a multifaceted technological tool. *Technology, pedagogy and education*, 27(1), 115-134.
- Schneider, B., Jermann, P., Zufferey, G., & Dillenbourg, P. (2010). Benefits of a tangible interface for collaborative learning and interaction. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 4(3), 222-232.
- Schneider, B., Sharma, K., Cuendet, S., Zufferey, G., Dillenbourg, P., & Pea, R. (2018). Leveraging mobile eye-trackers to capture joint visual attention in co-located collaborative learning groups. *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning*, 13(3), 241-261.
- Schön, D. A. (1987). *Educating the reflective practitioner: Toward a new design for teaching and learning in the professions*. Jossey-Bass.
- Schwartz, D. L., & Bransford, J. D. (1998). A time for telling. *Cognition and Instruction*, 16(4), 475-5223.
- Schweizerische Koordinationsstelle für Bildungsforschung (Ed.). (n.d.). *L'éducation en Suisse: Rapport 2018*. CSRE.
- Schwendimann, B. A., Cattaneo, A. A., Dehler Zufferey, J., Gurtner, J. L., Bétrancourt, M., & Dillenbourg, P. (2015). The 'Erfahrungsraum': A pedagogical model for designing educational technologies in dual vocational systems. *Journal of Vocational Education & Training*, 67(3), 367-396.
- Schwendimann, B. A., De Wever, B., Hämmäläinen, R., & Cattaneo, A. A. (2018). The state-of-the-art of collaborative technologies for initial vocational education: A systematic literature review. *International Journal for Research in Vocational Education and Training (IJRVET)*, 5(1), 19-41.
- Seidel, T., & Stürmer, K. (2014). Modeling and measuring the structure of professional vision in preservice teachers. *American educational research journal*, 51(4), 739-771.
- Sherin, M. G., & Russ, R. S. (2011). Accessing mathematics teachers' in-the-moment noticing. In M. G. Sherin, V. R. Jacobs, & R. A. Philipp (Eds.), *Mathematics teacher noticing* (pp. 109-124). Routledge.
- Stokes, D.E. (1997). *Pasteur's Quadrant – Basic Science and Technological Innovation*. Washington, DC: Brookings Institution Press.
- Strupler Leiser, M., & Wolter, S. (2013). Kann man mit dem öffentlichen Beschaffungswesen Lehrstellen fördern? (No. 0085). University of Zurich, Department of Business Administration (IBW).
- Stürmer, K., Könings, K. D., & Seidel, T. (2013). Declarative knowledge and professional vision in teacher education: Effect of courses in teaching and learning. *British Journal of Educational Psychology*, 83(3), 467-483.
- Taylor, A., & Freeman, S. (2011). 'Made in the trade': youth attitudes toward apprenticeship certification. *Journal of Vocational Education & Training*, 63(3), 345-362.
- Towne, L., & Shavelson, R. J. (2002). *Scientific research in education*. National Academy Press Publications Sales Office.
- Tynjälä, P., Heikkinen, H., & Kallio, E. (2021). Integrating work and learning in higher education and VET: Theoretical point of view. *The SAGE Handbook of Learning and Work*, 62.
- van Es, E. A., Cashen, M., Barnhart, T., & Auger, A. (2017). Learning to notice mathematics instruction: Using video to develop preservice teachers' vision of ambitious pedagogy. *Cognition and Instruction*, 35(3), 165-187.
- Wang, F., & Hannafin, M. J. (2005). Design-based research and technology-enhanced learning environments. *Educational Technology Research and Development*, 53(4), 5-23.
- Wuttke, E., & Seifried, J. (2012). *Evaluation in der Lehrer/-innen-Bildung–Diskussionslinien und exemplarische Umsetzung*.
- Yazdaniyan, R. (2021). Predicting labour market needs using machine learning. (No. Thesis: 8998). EPFL.
- Yazdaniyan, R., Davis, R. L., Guo, X., Lim, F., Dillenbourg, P., & Kan, M. Y. (2022). On the radar: Predicting near-future surges in skills' hiring demand to provide early warning to educators. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 3.

Zuckerman, O., Arida, S., & Resnick, M. (2005, April). Extending tangible interfaces for education: digital Montessori-inspired manipulatives. In *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems* (pp. 859-868).

Zufferey, G. (2010). The complementarity of tangible and paper interfaces in tabletop environments for collaborative learning (doctoral dissertation), <https://infoscience.epfl.ch/record/149389?ln=fr>.

Zürich, B. K. (2018). Entwicklung der Berufsbildung im Kanton Zürich 2008–2017. ([www.zh.ch/content/dam/zhweb/bilder-dokumente/themen/bildung/bildungssystem/studien/entwicklung\\_der\\_berufsbildung\\_2008bis2017.pdf](http://www.zh.ch/content/dam/zhweb/bilder-dokumente/themen/bildung/bildungssystem/studien/entwicklung_der_berufsbildung_2008bis2017.pdf))