Journal of Inclusive Methodology and Technology in Learning and Teaching
ISSN 2785-5104
Anno 6 n.2 (2026)

EDIZIONI UNIVERSITARIE ROMANE
editoria scientifica dal 1952

Pedagogia dell'embodiment tecnosensibile: corporeità estesa, sapere tacito ed ecologie ibride di apprendimento

Andrey Felipe Sgorla[1]

[1] Università di Siena; andrey.sgorla@unisi.it

Abstract: La ricerca sull'apprendimento artigianale ha dimostrato che la trasmissione del sapere si fonda sull'interazione incarnata tra corpo, materiale e gesto — un sapere tacito (tacit knowledge) e propriocettivo che si sviluppa attraverso la pratica prolungata e il dialogo con la materia. Resta tuttavia inesplorato come l'intelligenza artificiale generativa riconfiguri tali processi: in che modo il corpo del praticante si relaziona con l'output algoritmico, e a quali condizioni la conoscenza propriocettiva può essere trasmessa in ecologie tecnologicamente mediate. Il contributo affronta queste questioni proponendo il concetto di corporeità estesa tecnosensibile, che descrive la condizione in cui il corpo non è sostituito dall'algoritmo ma si espande attraverso interfacce digitali che ne amplificano percezione e capacità immaginativa. L'analisi, fondata sulla fenomenologia della corporeità, la cognizione incarnata e il framework delle ecologie ibride di apprendimento artigianale, articola la riconfigurazione su tre piani: manualità espansa, coautorialità umano–macchina e sostenibilità educativa — intesa come possibilità di preservare e trasmettere il sapere incarnato in ambienti ibridi. I risultati evidenziano un paradosso pedagogico — il sapere sensoriale resiste alla digitalizzazione da cui gli ambienti ibridi dipendono — e derivano criteri progettuali per ambienti di apprendimento embodied in dialogo con le tecnologie emergenti.

Parole chiave: corporeità estesa; apprendimento incarnato; ecologie ibride di apprendimento; coautorialità umano–macchina; identità professionale.

1. Introduzione

L'intelligenza artificiale generativa ha varcato la soglia dei laboratori e degli atelier, insediandosi negli ambienti in cui il sapere si trasmette attraverso il corpo, il gesto e la relazione sensibile con la materia. Software di modellazione, piattaforme di fabbricazione digitale e sistemi algoritmici capaci di generare forme, pattern e soluzioni progettuali convivono oggi con il tornio del ceramista, il telaio del tessitore e gli strumenti del falegname (Sgorla, Melacarne & Banchetti, 2025). Non si tratta più di una prospettiva futuribile: è una condizione attuale che investe la struttura stessa dell'apprendimento incarnato e pone interrogativi radicali alla pedagogia.

Il presente contributo assume l'apprendimento artigianale non come oggetto di studio circoscritto, bensì come caso paradigmatico attraverso cui indagare una questione di portata più ampia: cosa accade al sapere tacito, propriocettivo e sensoriale — il fondamento dell'*embodied learning* — quando l'algoritmo diventa co-partecipante del processo formativo? L'artigianato rappresenta il contesto in cui

Copyright: © 2026 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

EDIZIONI UNIVERSITARIE ROMANE
editoria scientifica dal 1952

l'interazione tra corpo, materiale e gesto è più visibile, documentata e analiticamente accessibile (Sennett, 2008; Ingold, 2013); per questa ragione, costituisce una lente privilegiata per osservare trasformazioni che investono, in forme meno evidenti, l'intera gamma dei contesti educativi.

La ricerca sull'apprendimento nelle pratiche manuali ha ampiamente dimostrato che la costruzione dell'identità professionale e la trasmissione della conoscenza si fondano su un sapere incarnato: un sapere che si sviluppa attraverso la pratica prolungata, l'errore produttivo e il dialogo attento con la materia (Polanyi, 1966; Sennett, 2008). Ogni abilità, anche la più astratta, è radicata nell'attività corporea; la mano che manipola l'oggetto diventa strumento principale di conoscenza, mentre l'immaginazione si nutre delle resistenze e delle possibilità offerte dai materiali (Ingold, 2013). Tuttavia, resta largamente inesplorato come l'introduzione dell'intelligenza artificiale generativa riconfiguri tali processi: in che modo il corpo del praticante si relaziona con l'output algoritmico, quali forme di competenza incarnata emergono negli ambienti ibridi, e a quali condizioni il sapere propriocettivo — che resiste strutturalmente alla codificazione digitale — può essere trasmesso in ecologie di apprendimento tecnologicamente mediate.

La tesi qui avanzata è che l'integrazione dell'IA negli ambienti di apprendimento *embodied* genera un paradosso pedagogico che merita di essere esplicitato e abitato, piuttosto che dissolto: le ecologie ibride dipendono dalla digitalizzazione (Sgorla, Melacarne & Banchetti, 2025), ma il sapere sensoriale e propriocettivo che costituisce il fondamento dell'apprendimento incarnato resiste alla codificazione digitale da cui tali ecologie dipendono. L'algoritmo non sostituisce il corpo, ma ne estende il campo percettivo e immaginativo, dando luogo a nuove forme di competenza incarnata; al contempo, l'opacità computazionale introduce una tensione inedita rispetto al processo manuale.

Per dare forma concettuale a questo paradosso, il contributo propone il concetto di corporeità estesa tecnosensibile: una condizione nella quale il corpo del praticante non è rimpiazzato dall'algoritmo, bensì si espande attraverso interfacce digitali che amplificano percezione, controllo e capacità immaginativa, senza recidere il legame con il fondamento sensoriale del fare. Il concetto si distingue dalla «mente estesa» (Clark & Chalmers, 1998) nella misura in cui non si limita all'estensione cognitiva, ma riguarda l'estensione propriamente corporea — il campo percettivo, propriocettivo e immaginativo si allarga attraverso la mediazione tecnologica.

Il contributo si configura come saggio teorico-argomentativo. La letteratura è stata selezionata attraverso tre criteri: (a) la centralità del corpo come fondamento epistemologico dell'apprendimento; (b) l'attenzione alla mediazione materiale e tecnologica nei processi formativi; (c) la pertinenza rispetto all'intelligenza artificiale generativa applicata a contesti di pratica incarnata. Gli ambiti teorici considerati — fenomenologia della corporeità (Merleau-Ponty), cognizione incarnata (Varela, Thompson & Rosch), sapere tacito (Polanyi), *material engagement* (Malafouris), post-umanesimo (Hayles, Barad), *embodied interaction* (Dourish, 2001) e progettazione somaestetica (Höök, 2018) — sono stati messi in dialogo con il framework delle ecologie ibride dell'apprendimento artigianale (Sgorla, Melacarne & Banchetti, 2025) attraverso un procedimento di convergenza progressiva: ciascuna prospettiva è stata interrogata rispetto alla domanda su come il corpo si riconfiguri in presenza di un mediatore algoritmico, e le risposte convergenti hanno condotto alla formulazione del costrutto di corporeità estesa tecnosensibile.

L'articolo si sviluppa in cinque movimenti: stato dell'arte sull'apprendimento incarnato; identificazione del *gap* algoritmico; costruzione del concetto di corporeità estesa tecnosensibile; analisi su tre piani — manualità espansa, coautorialità umano–macchina, sostenibilità educativa; conclusioni con criteri progettuali, limiti e sviluppi futuri.

2. Il corpo che apprende: sapere incarnato e mediazione materiale

La comprensione dell'apprendimento come processo incarnato attraversa la fenomenologia, le scienze cognitive e la pedagogia del lavoro, convergendo verso una conclusione condivisa: il corpo non è il veicolo dell'apprendimento, ma il luogo in cui l'apprendimento accade. Ricostruire questa traiettoria è indispensabile per comprendere cosa sia in gioco quando l'intelligenza artificiale entra negli ambienti in cui il sapere si trasmette attraverso il gesto e il contatto con la materia.

Maurice Merleau-Ponty ha mostrato che la percezione non è un'operazione della mente che decodifica stimoli, bensì un modo d'essere nel mondo che coinvolge l'intero organismo. Apprendere significa modificare le proprie disposizioni corporee, sviluppare nuove abitudini percettive e motorie, entrare in una relazione diversa con gli oggetti e gli ambienti. Un aspetto centrale per la nostra analisi è il concetto di schema corporeo come sistema aperto: il corpo incorpora gli strumenti e li rende parte del proprio campo percettivo. L'esempio del bastone del cieco — che estende la percezione tattile fino alla punta dello strumento — illustra come la mediazione possa costituire un'espansione del campo esperienziale, anziché una separazione dal mondo (Merleau-Ponty, 1945/2005). Varela, Thompson e Rosch (1991/2017) hanno tradotto questo nucleo in un programma scientifico: la cognizione è enazione, azione incarnata nel mondo, e la comprensione non precede il fare ma emerge nel fare. Se il pensiero è inseparabile dal corpo che lo produce, ogni ambiente che immobilizza il corpo può operare una riduzione cognitiva, non soltanto una limitazione motoria.

La dimensione tacita della conoscenza, teorizzata da Michael Polanyi (1966), approfondisce questa prospettiva. Il sapere tacito (*tacit knowledge*) è ciò che «sappiamo più di quanto riusciamo a dire»: è incorporato nei gesti dell'artigiano, nella sensibilità del musicista, nell'occhio del diagnostico esperto. La sua struttura implica che il praticante conosce da una molteplicità di dettagli sensoriali verso un significato unitario, senza poter articolare esplicitamente quei dettagli. Questo sapere non si trasmette per via dichiarativa, ma attraverso la pratica prolungata e il contatto diretto con chi già lo possiede. Dreyfus e Dreyfus (1980) hanno descritto la traiettoria che conduce dal novizio all'esperto come un progressivo abbandono delle regole esplicite in favore di risposte intuitive e incarnate: al livello esperto, il praticante non applica procedure, risponde alla situazione con un sapere diventato parte del suo corpo. Schön (1983) ha colto la dimensione riflessiva di questo processo, mostrando che il professionista competente pensa attraverso il fare — *knowing-in-action* e *reflection-in-action* non sono momenti separati, ma pulsazioni di un unico processo in cui la pratica genera comprensione.

L'evidenza empirica sulla trasmissione del sapere nelle pratiche manuali conferma il carattere irriducibilmente corporeo di questi processi. Koskinen, Seitamaa-Hakkarainen e Hakkarainen (2015) hanno documentato come nell'insegnamento tessile l'interazione tra docente e studenti si realizzi attraverso gesti multisfaccettati e *scaffolding* corporeo, in un uso pedagogico della zona di

sviluppo prossimale che è profondamente gestuale. Lensjø (2024) ha mostrato che il sapere artigianale dei docenti nell'edilizia — lo «sguardo professionale», la capacità di valutare materiali e processi attraverso il corpo — è una conoscenza incarnata inscindibile dall'identità vocazionale. Marchand (2010) ha analizzato la comunicazione incarnata tra artigiani, evidenziando come le rappresentazioni motorie possano essere pensate e riflesse senza essere attuate, in una *shared performance* che costituisce il tessuto della trasmissione del sapere.

Questi studi condividono un presupposto che resta implicito: l'interlocutore del praticante è sempre umano o materiale — il maestro, il collega, l'argilla, il legno. L'ambiente di apprendimento è uno spazio in cui corpi dialogano con materie fisiche attraverso strumenti che, pur partecipando attivamente alla configurazione dell'azione e del pensiero — come la *material engagement theory* ha mostrato (Malafouris, 2013) — non producono output autonomi né introducono l'imprevedibilità generativa propria dei sistemi algoritmici. La differenza rilevante non è dunque tra strumenti passivi e sistemi attivi, ma tra la specifica modalità con cui materiali, strumenti meccanici e algoritmi partecipano al processo formativo. L'orizzonte teorico che più si avvicina al superamento di questo presupposto è il framework delle ecologie ibride dell'apprendimento artigianale, che legge l'apprendimento come rete dinamica tra soggetti, materiali, tecnologie e contesti sociali, articolata in cinque dimensioni: multimodalità, apprendimento distribuito, agentività del praticante, *embodiment* espanso e riflessione orientata al problema (Sgorla, Melacarne & Banchetti, 2025). L'*embodiment* espanso — inteso nel framework come dimensione che riconosce l'estensione del corpo attraverso strumenti e tecnologie — rappresenta il punto di approdo dello stato dell'arte e, al tempo stesso, il punto di partenza della presente indagine: è la sua relazione con la mediazione algoritmica che resta da esplorare.

3. Un interlocutore inedito: il gap della mediazione algoritmica

Il quadro teorico e le evidenze empiriche ricostruiti nella sezione precedente producono un solido corpo di conoscenze sulla centralità del corpo, del gesto e della materia nell'apprendimento. Tuttavia, questi studi condividono un presupposto strutturale che oggi non è più possibile dare per scontato: l'ambiente in cui il praticante apprende è popolato da interlocutori umani — il maestro che corregge, il collega che osserva, l'apprendista che imita (Koskinen et al., 2015; Lensjø, 2024) — e da interlocutori materiali — l'argilla che cede, il legno che resiste, il tessuto che si piega (Ingold, 2013). Gli uni e gli altri rispondono al corpo del praticante in modi sensorialmente ricchi, situati e reciproci. La struttura stessa del sapere tacito, così come Polanyi (1966) la descrive, presuppone un *feedback* sensoriale: il praticante conosce da dettagli sussidiari che sono percepiti dal corpo, non calcolati da un sistema esterno.

È necessario riconoscere che le tecnologie digitali richiamate in questo contributo non operano in modo omogeneo. È possibile distinguere almeno tra: (a) strumenti digitali che eseguono istruzioni definite dall'operatore (software CAD tradizionale); (b) sistemi di progettazione parametrica che generano variazioni entro vincoli predefiniti; (c) interfacce immersive o aumentate che modificano il campo visivo; (d) dispositivi dotati di *feedback* aptico o sensoriale che restituiscono informazioni al corpo; (e) sistemi generativi basati su IA che producono output a partire da *prompt* testuali o visivi; (f) sistemi integrati con sensori, robotica o processi

fisici. L'analisi qui condotta si concentra prevalentemente sulla categoria (e), ovvero sistemi di IA generativa privi di *feedback* sensorimotorio diretto, che costituiscono la classe tecnologica attualmente più diffusa nei contesti artigianali ibridi. Le implicazioni per le altre categorie — in particolare i dispositivi aptici e i sistemi sensorizzati — meritano indagini specifiche che esulano dal perimetro del presente contributo.

L'ingresso dell'intelligenza artificiale generativa introduce un terzo tipo di interlocutore: algoritmico, opaco e incorporeo. Un sistema di IA genera output — forme, suggerimenti progettuali, variazioni estetiche — senza osservare il corpo del praticante, senza imitare il suo gesto, senza rispondere alla pressione della sua mano.

Il termine «interlocutore» è qui impiegato in senso funzionale, non intenzionale: indica che il sistema occupa, nella struttura dell'interazione formativa, una posizione analoga a quella del maestro o della materia — produce risposte alle azioni del praticante — senza che ciò implichi l'attribuzione di intenzionalità o coscienza. L'algoritmo è interlocutore nella misura in cui: (a) risponde alle richieste con output non integralmente prevedibile; (b) partecipa attivamente alla produzione delle forme; (c) introduce una variabilità che richiede al praticante un'operazione di selezione, valutazione e rielaborazione. L'agentività che gli si attribuisce è distribuita nel senso di Barad (2006): emerge nel processo relazionale, non pre-esiste come proprietà del sistema. La responsabilità autoriale, tuttavia, resta asimmetricamente umana.

La relazione che si instaura non è quella del maestro che guida, né quella del materiale che resiste: è una relazione asimmetrica in cui il processo attraverso il quale l'output viene generato rimane strutturalmente opaco. L'artigiano può valutare il risultato, ma non può seguire il percorso che lo ha prodotto — una condizione che introduce una tensione rispetto al processo manuale. Quest'ultimo, pur caratterizzato da una maggiore visibilità delle azioni fisiche, non è integralmente trasparente: comprende intuizioni tacite, decisioni incorporate e trasformazioni materiali non pienamente reversibili (Polanyi, 1966). La differenza non è dunque tra piena trasparenza e piena opacità, ma tra forme differenti di opacità: quella del sapere tacito, accessibile attraverso la pratica prolungata, e quella computazionale, strutturalmente inaccessibile al praticante (Sennett, 2008). La *shared performance* tra artigiani descritta da Marchand (2010) — in cui il sapere è co-prodotto nell'alternanza tra osservare e fare — è strutturalmente diversa quando il co-praticante è un algoritmo che non osserva, non imita e non aggiusta il gesto.

L'analisi qui sviluppata si riferisce prevalentemente a sistemi di IA generativa che operano attraverso interfacce testuali o visive, privi di un *feedback* sensorimotorio diretto con il corpo del praticante. La categoria di «interlocutore incorporeo» non si estende pertanto a sistemi multimodali, robotici o sensorizzati che possono ricevere e restituire informazioni sul gesto e sull'ambiente fisico — una classe tecnologica che richiederebbe un *framework* analitico parzialmente differente.

Questa asimmetria non è stata ancora sistematicamente analizzata dalla letteratura sull'apprendimento incarnato. Le ricerche sulla cognizione incarnata presuppongono un mondo in cui il *feedback* è sensoriale (Varela, Thompson & Rosch, 1991/2017); il *framework* delle ecologie ibride apre lo spazio concettuale della mediazione tecnologica, ma non ha ancora indagato cosa accada quando il mediatore non è uno strumento che esegue istruzioni bensì un agente generativo (Sgorla, Melacarne & Banchetti, 2025). Il *gap* che ne risulta non è soltanto empirico: è concettuale. Le nozioni di «mente estesa» (Clark & Chalmers, 1998) e di *material*

engagement (Malafouris, 2013) offrono strumenti per pensare la distribuzione della cognizione tra mente, corpo e artefatti, ma non tematizzano la specificità dell'estensione corporea — percettiva, propriocettiva, immaginativa — mediata da un interlocutore algoritmico.

Da questo *gap* emergono tre domande di ricerca. La prima riguarda il rapporto tra corpo e output algoritmico: in che modo la manualità si riconfigura quando lo strumento non è più esecutivo ma generativo? La seconda concerne le forme di competenza che emergono negli ambienti ibridi: come si negozia l'autorialità tra intenzionalità umana e mediazione algoritmica? La terza interroga le condizioni della trasmissione: a quali condizioni il sapere propriocettivo e sensoriale — che resiste strutturalmente alla codificazione digitale — può essere trasmesso in ecologie tecnologicamente mediate?

Per rispondere a queste domande è necessario un concetto nuovo, capace di nominare la condizione inedita in cui il corpo del praticante non è sostituito dall'algoritmo, ma si espande attraverso di esso: la corporeità estesa tecnosensibile.

4. Corporeità estesa tecnosensibile

Il *gap* identificato nella sezione precedente esige una risposta che non sia soltanto analitica, ma concettuale: occorre un termine che nomini la condizione inedita in cui il corpo del praticante non è sostituito dall'algoritmo, ma si espande attraverso interfacce digitali che ne amplificano percezione, controllo e capacità immaginativa. Questa condizione è qui definita corporeità estesa tecnosensibile.

Il concetto si articola in tre attributi. Il primo è l'estensione: il corpo espande il proprio raggio percettivo e immaginativo attraverso interfacce digitali — modellazione tridimensionale, simulazione, realtà aumentata, intelligenza artificiale generativa — che permettono di vedere ciò che la mano non ha ancora toccato, di esplorare variazioni che il gesto da solo non avrebbe prodotto, di anticipare forme che la materia non ha ancora assunto. Il secondo attributo è la sensibilità: l'estensione non è meccanica né automatica, ma sensibile — il praticante mantiene un rapporto attento, percettivo, corporeo con lo strumento digitale, così come il ceramista mantiene un rapporto sensibile con il tornio. Non si tratta di delegare il fare alla macchina, ma di espandere il sentire attraverso di essa. Il terzo attributo è il prefisso *tecno-*, che indica la specificità qualitativa della mediazione: a differenza dello strumento tradizionale, l'IA generativa produce output non previsto dall'operatore, introducendo un elemento di opacità e di agentività distribuita che lo strumento meccanico non possiede.

La corporeità estesa tecnosensibile si distingue dalla nozione di «mente estesa» proposta da Clark e Chalmers (1998) sotto un profilo essenziale. La tesi dell'*extended mind* sostiene che i processi cognitivi possono estendersi oltre i confini del cervello, incorporando strumenti e artefatti esterni come componenti funzionali del pensiero. È una tesi sull'estensione della cognizione. Il concetto qui proposto sposta il fuoco dall'estensione cognitiva all'estensione corporea: non è soltanto il pensiero a estendersi nello strumento, ma il campo percettivo, propriocettivo e immaginativo del corpo a espandersi attraverso la mediazione tecnologica. Il ceramista che utilizza un software di modellazione parametrica non sta semplicemente esternalizzando un calcolo: sta espandendo ciò che il suo corpo può percepire e immaginare come forma possibile. Analogamente, il concetto si distingue dalla protesizzazione tecnica:

non si tratta di compensare un deficit corporeo, ma di amplificare una capacità incarnata già esistente.

È opportuno precisare il posizionamento del costrutto rispetto a tradizioni affini. La letteratura sull'*embodied interaction* (Dourish, 2001) ha analizzato l'interazione con i sistemi digitali come pratica situata e incarnata; il *soma design* (Höök, 2018) ha posto al centro sensazioni, movimento ed esperienza soggettiva nelle interfacce tecnologiche; la *material engagement theory* (Malafouris, 2013) ha mostrato come gli artefatti partecipino attivamente alla cognizione. La corporeità estesa tecnosensibile condivide con queste prospettive l'attenzione al corpo come soggetto dell'interazione, ma se ne distingue per tre ragioni: (a) assume come specifico oggetto di analisi la mediazione di un agente generativo — non uno strumento che esegue istruzioni, ma un sistema che produce output non previsto dall'operatore; (b) tematizza l'estensione non soltanto percettiva o cognitiva, ma propriocettiva e immaginativa, nel contesto specifico della trasmissione del sapere tacito; (c) identifica il paradosso pedagogico tra digitalizzazione e resistenza alla codificazione come tratto costitutivo della condizione ibrida. La denominazione «corporeità estesa tecnosensibile» viene proposta per la prima volta nel presente contributo.

Il fondamento teorico di questa proposta risiede in tre linee di ricerca convergenti. Karen Barad (2006) ha introdotto il concetto di intra-azione per descrivere una forma di relazione in cui gli enti coinvolti non pre-esistono all'interazione ma emergono dentro di essa: l'agentività non appartiene a priori né all'umano né al non-umano, ma si distribuisce nel processo relazionale. Applicata alla nostra analisi, l'intra-azione permette di comprendere la coautorialità umano–macchina non come somma di due agentività separate — il gesto dell'artigiano più l'output dell'algoritmo — bensì come un processo in cui le due dimensioni si co-determinano. Lambros Malafouris (2013), con la *material engagement theory*, ha mostrato che la cognizione non risiede nella mente isolata ma è distribuita tra mente, corpo e materiali: gli artefatti non sono supporti passivi del pensiero, ma agenti che ne configurano le possibilità. In questa prospettiva, lo strumento digitale non è un intermediario neutro tra il praticante e la materia, ma un partecipante attivo che modifica il campo di ciò che è pensabile e realizzabile. Come Hayles (1999) ha argomentato, la tecnologia non cancella il corpo né lo assorbe: lo riorganizza. L'*embodiment* in ambienti digitali non è assenza di corpo, ma una modalità diversa di essere corporei — una modalità in cui la sensorialità si ridistribuisce attraverso interfacce, schermi e algoritmi senza estinguersi.

Dalla convergenza di queste tre prospettive emerge il paradosso pedagogico che costituisce il nucleo problematico di questo contributo. Le ecologie ibride di apprendimento artigianale dipendono dalla digitalizzazione: piattaforme, software, comunità distribuite, strumenti di fabbricazione digitale sono le infrastrutture attraverso cui la conoscenza circola, si condivide e si rinnova (Sgorla, Melacarne & Banchetti, 2025). Ma il sapere che in queste ecologie deve essere trasmesso — il sapere propriocettivo e sensoriale, il sapere tacito che si sviluppa nel contatto prolungato tra corpo e materia (Polanyi, 1966; Sennett, 2008) — resiste strutturalmente alla codificazione digitale. Non si può caricare su una piattaforma la sensibilità tattile del ceramista, né digitalizzare lo «sguardo professionale» del carpentiere (Lensjø, 2024). Il paradosso non è una contraddizione da risolvere ma una tensione da abitare: la progettazione pedagogica deve mantenere la compresenza

produttiva tra il corporeo e il digitale, senza ridurre l'uno all'altro. L'algoritmo estende il corpo, ma il corpo resta il fondamento irriducibile dell'apprendere.

5. Tre piani della riconfigurazione

Il concetto di corporeità estesa tecnosensibile acquista significato quando viene messo alla prova dei processi concreti in cui corpo e algoritmo si incontrano. L'analisi articola la riconfigurazione su tre piani che corrispondono alle tre domande di ricerca formulate nella sezione 3.

Il primo piano riguarda la manualità espansa. Merleau-Ponty (1945/2005) ha mostrato che lo strumento può diventare parte dello schema corporeo, estendendo il campo percettivo: il bastone del cieco è il prolungamento della mano nel mondo. La domanda è se l'interfaccia digitale possa operare un'estensione analoga — non della percezione tattile, ma di quella immaginativa. L'artigiano che utilizza un software parametrico vede forme che la mano non ha ancora prodotto, esplora variazioni che il gesto da solo non avrebbe generato.

Occorre tuttavia distinguere differenti livelli di estensione. L'interfaccia di modellazione opera prevalentemente un'estensione visiva e immaginativa: il praticante vede possibilità che non ha ancora toccato. Un dispositivo aptico può operare un'estensione sensorimotoria, restituendo al corpo una resistenza simulata. La piena integrazione dell'interfaccia nello schema corporeo — nel senso di Merleau-Ponty — richiede una pratica prolungata in cui il confine tra corpo e strumento si dissolve percettivamente. Non tutte le tecnologie raggiungono questo livello: in molti casi, l'interfaccia digitale opera una esternalizzazione progettuale piuttosto che un'estensione propriocettiva in senso stretto. Il concetto di corporeità tecnosensibile intende descrivere la condizione in cui l'estensione, pur prevalentemente visiva e immaginativa, mantiene un ancoraggio sensoriale attivo — distinguendosi così dalla pura delegazione computazionale.

Questa espansione è possibile, tuttavia, a una condizione: che l'ambiente mantenga un canale sensoriale attivo tra praticante e materiale. Quando l'interfaccia recide il contatto corporeo — quando si vede ma non si tocca, si calcola ma non si sente — l'estensione cessa di essere incarnata e diventa delegazione. La multimodalità dell'apprendimento artigianale è una condizione strutturale, non un'opzione didattica (Sgorla, Melacarne & Banchetti, 2025): il digitale amplifica il gesto senza sostituirlo, a condizione che il corpo resti il soggetto dell'esperienza.

Il secondo piano concerne la coautorialità umano–macchina. L'IA generativa produce una negoziazione continua tra intenzionalità umana e output algoritmico, leggibile come intra-azione: l'agentività emerge nel processo, non appartiene a priori a nessuno dei partecipanti (Barad, 2006). Questa intra-azione è tuttavia segnata da un'asimmetria: nel processo manuale le azioni fisiche sono maggiormente visibili, benché attraversate da un sapere tacito non pienamente esplicitabile; nel processo algoritmico il percorso verso l'output è strutturalmente opaco. La tensione tra visibilità e opacità non è un difetto da eliminare: è un dispositivo pedagogico. Rendere visibile la negoziazione — ciò che il praticante decide, ciò che l'algoritmo propone, ciò che viene accolto o scartato — diventa esercizio di riflessività incarnata. La differenza con la *shared performance* tra artigiani (Marchand, 2010) è strutturale: l'algoritmo non osserva, non imita, non aggiusta il gesto in risposta al corpo dell'altro. La coautorialità umano–macchina richiede pertanto una pedagogia

specifica, irriducibile sia alla trasmissione maestro–apprendista sia alla delegazione strumentale.

È opportuno distinguere tra il contributo funzionale dell'algoritmo — che genera proposte formali — e l'attribuzione dell'autorialità. La coautorialità qui descritta non implica un riconoscimento simmetrico: il sistema contribuisce al processo ma la responsabilità selettiva, valutativa e decisionale resta del praticante, che accoglie, scarta o rielabora l'output algoritmico. Occorre inoltre riconoscere che l'output del sistema non è autonomo: dipende dai dati di addestramento, dalle scelte degli sviluppatori e dalle logiche delle piattaforme. La coautorialità umano–macchina è dunque, più precisamente, una distribuzione processuale dell'azione creativa in cui l'agentività è relazionale ma la responsabilità resta asimmetricamente umana.

Il terzo piano riguarda la sostenibilità educativa. Con questa espressione si intende, specificamente, la possibilità di preservare e trasmettere il sapere incarnato in ambienti ibridi, garantendo la continuità intergenerazionale delle competenze propriocettive e sensoriali anche in presenza di una crescente mediazione tecnologica. Il termine non si riferisce alla sostenibilità ambientale delle tecnologie né ai costi energetici dell'IA, sebbene tali dimensioni meritino attenzione in ricerche dedicate.

La trasmissione del sapere tacito avviene nel rapporto maestro–apprendista, attraverso il corpo, l'osservazione ravvicinata, la correzione fisica — una trasmissione lenta, relazionale, situata (Polanyi, 1966; Lensjø, 2024). Le ecologie ibride amplificano la circolazione della conoscenza esplicita, ma rischiano di filtrare la dimensione tacita: non si può digitalizzare la sensibilità tattile del ceramista né lo sguardo diagnostico del carpentiere.

Occorre tuttavia evitare una separazione dicotomica tra sapere tacito e sapere codificato. La digitalizzazione può rappresentare e sostenere alcune componenti del sapere artigianale — attraverso video, simulazioni, modelli e annotazioni — e può facilitare l'accesso e la documentazione delle pratiche. Ciò che resta irriducibile alla codificazione è il significato della pratica situata: la sensibilità propriocettiva che si sviluppa nel contatto prolungato con la materia, la risposta intuitiva che emerge dall'esperienza incorporata. La tensione pedagogica non è dunque tra un sapere interamente tacito e una tecnologia interamente inadeguata, ma tra la parziale rappresentabilità digitale e l'irriducibilità dell'esperienza incarnata.

Il paradosso pedagogico è qui in azione: gli ambienti ibridi dipendono dalla digitalizzazione, ma il sapere che deve essere trasmesso resiste alla codificazione digitale. La sostenibilità educativa richiede un *design* che non sostituisca la trasmissione incarnata con quella digitale, ma crei le condizioni perché coesistano — mantenendo il canale propriocettivo attivo anche negli ambienti tecnologicamente mediati (Sennett, 2008; Ingold, 2013).

6. Conclusioni: criteri progettuali e orizzonti aperti

L'analisi condotta permette di tornare alla domanda iniziale con una risposta articolata. L'intelligenza artificiale generativa non sostituisce il corpo: ne estende il campo percettivo e immaginativo, generando una condizione — la corporeità estesa tecnosensibile — in cui sapere incarnato e mediazione algoritmica coesistono in una tensione che non va risolta ma abitata.

Dai tre piani della riconfigurazione derivano cinque criteri progettuali: continuità sensoriale — mantenere un canale percettivo attivo tra praticante e

materiale anche nella mediazione digitale; trasparenza negoziata — rendere visibile la tensione tra processo manuale e opacità algoritmica come dispositivo riflessivo; compresenza dei canali di trasmissione — far coesistere trasmissione incarnata e digitale senza che la seconda sostituisca la prima; errore produttivo — valorizzare l'errore materiale e l'output imprevisto dell'IA come occasioni di riflessione nell'azione (Schön, 1983); agentività del praticante — preservare l'intenzionalità creativa del praticante nella negoziazione con l'algoritmo.

Tabella 1. Criteri progettuali: indicatori e criticità

Criterio	Indicatore osservabile	Possibili criticità
Continuità sensoriale	Il praticante mantiene contatto fisico con il materiale durante l'uso dell'interfaccia digitale	Interfacce che recidono il canale tattile; delegazione senza ancoraggio corporeo
Trasparenza negoziata	Il praticante distingue e articola il proprio contributo da quello dell'algoritmo	Opacità non tematizzata; accettazione acritica dell'output
Compresenza dei canali	La trasmissione avviene sia in presenza incarnata sia attraverso supporti digitali	Sostituzione della trasmissione maestro–apprendista con la sola circolazione digitale
Errore produttivo	Errori materiali e output imprevisti dell'IA vengono tematizzati come occasioni riflessive	L'errore percepito come fallimento; output dell'IA accettato senza valutazione critica
Agentività del praticante	Il praticante seleziona, modifica o rifiuta attivamente l'output algoritmico	Dipendenza dall'algoritmo; riduzione dell'intenzionalità creativa

Criterio **Indicatore osservabile** Possibili criticità
Continuità sensoriale Il praticante mantiene contatto fisico con il materiale durante l'uso dell'interfaccia digitale Interfacce che recidono il canale tattile; delegazione senza ancoraggio corporeo
Trasparenza negoziata Il praticante distingue e articola il proprio contributo da quello dell'algoritmo Opacità non tematizzata; accettazione acritica dell'output
Compresenza dei canali La trasmissione avviene sia in presenza incarnata sia attraverso supporti digitali Sostituzione della trasmissione maestro–apprendista con la sola circolazione digitale
Errore produttivo Errori materiali e output imprevisti dell'IA vengono tematizzati come occasioni riflessive L'errore percepito come fallimento; output dell'IA accettato senza valutazione critica
Agentività del praticante Il praticante seleziona, modifica o rifiuta attivamente l'output algoritmico Dipendenza dall'algoritmo; riduzione dell'intenzionalità creativa

Questi criteri possono contribuire alla costruzione dell'*Index for Embodied Education* (Sgorla, Melacarne & Banchetti, 2025), collocando la corporeità estesa tecnosensibile all'intersezione tra corpo, tecnologia e apprendimento.

La loro applicazione richiede consapevolezza delle condizioni etiche, che investono almeno cinque dimensioni: il rischio di standardizzazione algoritmica del sapere artigianale (Sennett, 2008); le disuguaglianze nell'accesso alle infrastrutture

digitali; la necessità di preservare il radicamento territoriale delle pratiche incarnate (Ingold, 2013); il possibile impiego di patrimoni visivi e artigianali nei dati di addestramento dei sistemi generativi, con il connesso rischio di appropriazione non consensuale di forme, motivi e tecniche culturali; e la dipendenza da piattaforme proprietarie che può limitare il controllo degli artigiani sui contenuti generati e sulla propria tradizione.

È opportuno riconoscere che gli ambienti tecnologicamente mediati presentano anche una dimensione inclusiva: possono ampliare le possibilità di partecipazione per persone con differenti condizioni motorie o sensoriali, offrire modalità alternative di visualizzazione e progettazione, e al tempo stesso produrre nuove barriere digitali legate alla disponibilità di competenze, infrastrutture e risorse. La progettazione di ecologie ibride inclusive costituisce un ambito di indagine che il presente contributo può soltanto segnalare.

La corporeità estesa tecnosensibile incide inoltre sulla costruzione dell'identità professionale dell'artigiano. L'autorappresentazione del praticante, storicamente ancorata alla padronanza manuale e all'autonomia nell'intero processo produttivo (Sennett, 2008), viene interrogata dall'ingresso di un co-partecipante algoritmico: la negoziazione tra competenza incarnata e mediazione generativa ridefinisce i confini della maestria e il rapporto tra tradizione e innovazione. L'approfondimento di questa dimensione — in particolare per quanto riguarda la costruzione dell'identità dell'apprendista in ambienti ibridi — costituisce un'ulteriore linea di indagine futura.

Il limite principale di questo contributo è il suo carattere teorico-argomentativo: la corporeità estesa tecnosensibile è un costrutto analitico che richiede validazione empirica. Ricerche future in ambienti ibridi — FabLab, atelier, scuole professionali — con metodi capaci di cogliere la dimensione microprocessuale dell'interazione corpo–algoritmo potranno verificarne la fecondità. L'auspicio è che il concetto proposto offra coordinate per progettare ambienti in cui l'innovazione rafforzi — e non eroda — l'autenticità del fare e la costruzione di un'identità professionale incarnata.

Bibliografia

Barad, K. (2006). Meeting the Universe Halfway: Quantum Physics and the Entanglement of Matter and Meaning. Duke University Press. https://doi.org/10.1215/9780822388128

Clark, A., & Chalmers, D. (1998). The Extended Mind. *Analysis*, 58(1), 7–19. https://doi.org/10.1093/analys/58.1.7

Dourish, P. (2001). Where the Action Is: The Foundations of Embodied Interaction. MIT Press.

Dreyfus, S.E., & Dreyfus, H.L. (1980). A Five-Stage Model of the Mental Activities Involved in Directed Skill Acquisition (Report ORC 80-2). Operations Research Center, University of California, Berkeley.

Hayles, N.K. (1999). How We Became Posthuman: Virtual Bodies in Cybernetics, Literature, and Informatics. University of Chicago Press.

Höök, K. (2018). Designing with the Body: Somaesthetic Interaction Design. MIT Press.

Ingold, T. (2013). Making: Anthropology, Archaeology, Art and Architecture. Routledge.

Koskinen, A., Seitamaa-Hakkarainen, P., & Hakkarainen, K. (2015). Interaction and Embodiment in Craft Teaching. *Techne Series A*, 22(1), 59–72.

Lensjø, M. (2024). Vocational Teachers' Craft Knowledge and Working-life Experiences in Building and Construction: A Narrative Study of Embodied and Tacit Learning. *Vocations and Learning*, 17, 333–350. https://doi.org/10.1007/s12186-024-09344-3

Malafouris, L. (2013). How Things Shape the Mind: A Theory of Material Engagement. MIT Press.

Marchand, T.H.J. (2010). Embodied Cognition and Communication: Studies with British Fine Woodworkers. Journal of the Royal Anthropological Institute, 16(Suppl. 1), S100–S120. https://doi.org/10.1111/j.1467-9655.2010.01612.x

Merleau-Ponty, M. (2005). *Phenomenology of Perception* (D.A. Landes, Trans.). Routledge. (Opera originale pubblicata nel 1945).

Polanyi, M. (1966). *The Tacit Dimension*. Doubleday.

Schön, D.A. (1983). The Reflective Practitioner: How Professionals Think in Action. Basic Books.

Sennett, R. (2008). *The Craftsman*. Yale University Press.

Sgorla, A.F., Melacarne, C., & Banchetti, C. (2025). Tradition and Innovation: Ecologies of Sustainable Learning in Contemporary Craft Work. In [COMPLETARE: curatela, titolo del volume, pagine]. IntechOpen. [COMPLETARE: DOI o ISBN].

Varela, F., Thompson, E., & Rosch, E. (2017). The Embodied Mind:Cognitive Science and Human Experience (Rev. ed.). MIT Press. (Opera originale pubblicata nel 1991).