

# Modelli aptici: mediazione tra misura e rappresentazione per l'accessibilità della geometria

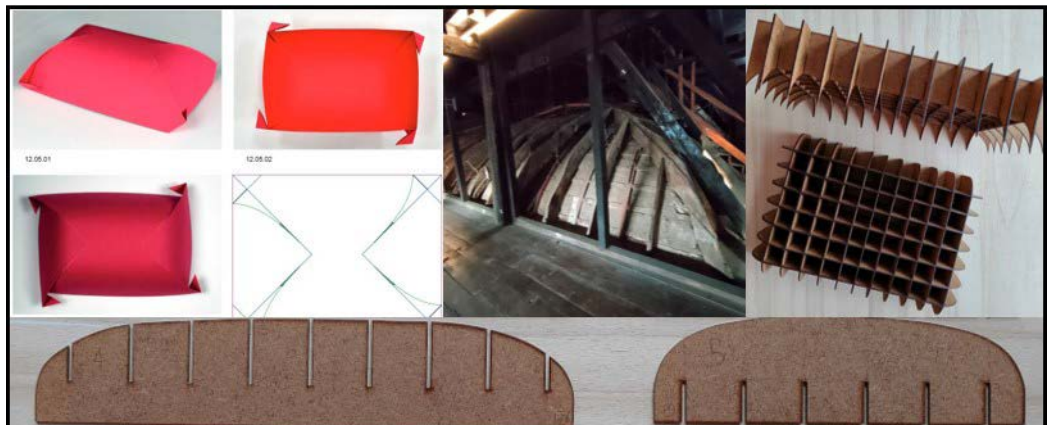
Ursula Zich

## Abstract

Il contributo illustra il percorso critico che ha portato alla definizione di alcune esperienze con modelli aptici per rendere più accessibile la geometria propria dell'ambiente costruito ad un pubblico non specialistico. Definito il target in studenti della scuola secondaria di secondo grado che partecipano a percorsi per le competenze trasversali e l'orientamento (PCTO) presenti nel catalogo dei corsi offerti dal Collegio di Architettura del PoliTo, si descrivono due casi come espressione sintetica dell'approccio metodologico per la costruzione del linguaggio dell'architetto attraverso esperienze di modellazione e rappresentazione trasversali alla formazione di base e alla attitudine individuale. I modelli fisici, rappresentazione di forme teoriche o esito di rilievi, accompagnano la popolazione studentesca a scoprire i concetti di univocità, soggettività/oggettività, esaustività delle molteplici forme di rappresentazione della professione dell'Architetto, tra misura e dismisura. Si evidenziano quindi le potenzialità dell'utilizzo dei modelli tangibili per integrare le competenze di base nel settore disciplinare della rappresentazione ed anche per introdurre alla complessità della forma architettonica in un dialogo interdisciplinare che vede nell'accessibilità alla conoscenza la comune finalità.

## Parole chiave

Modello aptico, esplorazione tattile, geometria, rappresentazione, osservazione.



Salone d'Onore, Castello del Valentino, Torino. Estradosso e modelli. Elaborazione dell'autrice.

## Introduzione

Il Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR) è il contesto entro il quale le Università sono chiamate a offrire connessioni e politiche di orientamento attivo nella transizione scuola-università [1].

L'autonomia scolastica e la conseguente varietà dell'offerta delle scuole secondarie di secondo grado determinano un tessuto culturale eterogeneo a cui diventa indispensabile offrire strumenti per comprendere il progetto formativo universitario e l'accessibilità dello stesso [Bocconcino et al. 2022]: quali sono i prerequisiti per avviare il proprio percorso universitario e quali le competenze da sviluppare per concluderlo con profitto? Quale la professionalità spendibile? Questi sono solo alcuni dei quesiti che occorre ricollocare temporalmente nella vita studentesca antepoendole rispetto al momento della scelta universitaria per ridurre il tasso di abbandono post iscrizione [2] ed offrire una reale occasione di educazione di qualità, equa ed inclusiva come da indicazioni dell'Obiettivo 4 dell'Agenda 2030 [3]. I percorsi per le competenze trasversali e l'orientamento (PCTO) sono quindi preziose occasioni di fare esperienze esplorative delle proprie attitudini prima di completare il proprio ciclo di studi e assimilare competenze per una successiva scelta più consapevole [MIUR 2018; Pavignano, Zich 2022]. Quelle offerte dal Collegio di Architettura al Polito sono attività progettate per aprire uno sguardo verso le molteplici declinazioni della figura dell'Architetto. Strutturate in corsi di circa 20 ore, condotte da personale strutturato e non, svolte negli spazi didattici dell'Ateneo con il coinvolgimento di Assegnisti, PHD e tecnici dei Laboratori Didattici, le attività offerte nei corsi PCTO coniugano fondamenti teorici e attività laboratoriali che divengono spesso tavoli di discussione interdisciplinare. Un approccio induttivo che offre l'opportunità di scoprire problemi e strategie di soluzione (specifiche e finalizzate), che mostra peculiarità del contesto applicativo normalmente inaccessibili a una popolazione studentesca ancora non orientata; ne consegue che sia determinante proporre una varietà non casuale di occasioni di crescita guidata per un primo approccio alla forma architettonica.

## Premessa metodologica

L'indagine strutturata dei contenuti e delle modalità didattiche del disegno, così come inseriti e declinati nelle diverse discipline delle scuole secondarie di secondo grado [Bocconcino et al. 2022], ha evidenziato la necessità di progettare offerte di rafforzamento (o costruzione?) del linguaggio grafico anche in prospettiva della preparazione del Test di ingresso al CdL in Architettura/Architecture (da ora TIL-A) [Pavignano, Zich 2022].

I dati raccolti nel processo di lettura critica e riscrittura dei quesiti e degli esiti del TIL-A, sono diventati base utile per la progettazione di percorsi PCTO mirati a connettere fruitori eterogenei con le esigenze specialistiche del contesto architettonico.

L'esperienza didattica con le matricole nell'ambito dei Laboratori di Disegno e Rilievo ha permesso di verificare, attraverso valutazioni e autovalutazioni, la validità di alcune esperienze distribuite nel tempo per la costruzione del linguaggio geometrico tramite l'utilizzo di modelli aptici per rendere più accessibile la geometria propria dell'ambiente costruito.

Il confronto tra gruppi di fruitori che hanno o non hanno utilizzato i modelli tangibili a supporto della fase di osservazione della forma costruita ha indotto alla strutturazione di percorsi dedicati non solo per l'osservazione/esplorazione dei modelli aptici, ma anche per una prima progettazione embrionale degli stessi per favorire un approccio trasversale alla formazione di base che faccia del modello fisico uno degli elementi strutturanti la proposta formativa, non solo nel contesto specifico disciplinare del disegno [Zich 2023].

Le tre macro-famiglie che il MUR individua tra i percorsi di formazione secondaria [4] – Licei, Istituti Tecnici, Istituti Professionali – promuovono tempi e modalità didattiche differenti, ma è comunque trasversalmente riconosciuta la valenza formativa della didattica esperienziale [Mortari 2011]. In questo contesto, la proposta di intercettare una popolazione studentesca più generalista, non necessariamente già orientata alla scelta di iscriversi ad Architettura,

attraverso alcune proposte di PCTO che si avvalgono di modelli aptici come linguaggio più accessibile e meno specialistico, ha avuto un ottimo riscontro ed ha portato ad un percorso critico di progettazione 'partecipata' dei modelli specifici. Infatti, è dalle risposte dei partecipanti che sono nate sequenze operative messe in atto nell'attuale proposta didattica.

### Modelli aptici e intenzioni comunicative

L'utilizzo di modelli fisici per la didattica di ogni ordine e grado è consolidato e verificato sia nell'ambito della Rappresentazione che della Matematica [Castelnovi 1962; Friedman 2018; Holgate 2020]; esperienze didattiche interdisciplinari, tra rappresentazione e matematica, proposte all'interno del Laboratorio di Disegno e Rilievo e sperimentate come attività di terza missione presso la Reggia di Venaria [Pavignano, Zich 2023], ne hanno confermato l'utilità per la costruzione di un linguaggio condiviso tra i due approcci e hanno fatto sorgere la necessità di esplicitare l'intenzione comunicativa dei modelli in uso per enfatizzarne l'efficacia. Quando e in quale contesto sono stati ideati e prodotti i modelli proposti nei corsi di connessione tra scuola e università? Sono modelli adatti solo per la fruizione passiva o per una interazione attiva? Possono essere riprodotti o prodotti secondo nuove strategie eventualmente da nuove utenze? La multifunzionalità di uno stesso modello in relazione a come esso venga proposto/descritto/condiviso/prodotto [Cumino et al. 2022] rende la

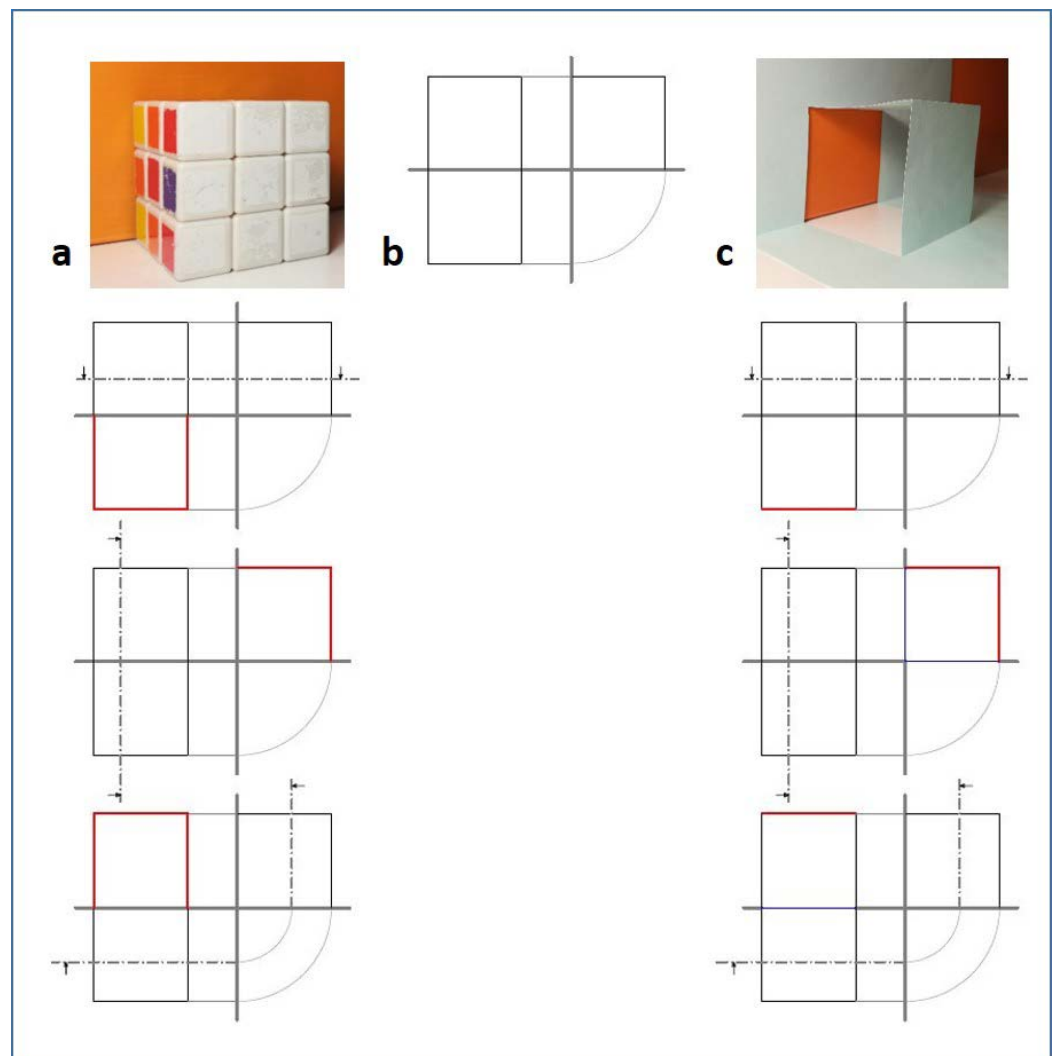


Fig. 1. a. Cubo di Rubik 3x3 e, in colonna, sue proiezioni ortogonali con piani sezione significativi; b. proiezione ortogonale di un cubo; c. modello Kirigami di un cubo in carta colorata e, in colonna, sue proiezioni ortogonali con piani sezione significativi. Fotografie, modello e rappresentazioni dell'autrice. Elaborazione dell'autrice.

ricerca sulla progettazione di ausili tangibili per la didattica sempre aperta. I modelli possono avere infinite finalità e livelli di accuratezza rispetto all'oggetto che rappresentano; se, comunemente, si parla di intenzione comunicativa quando un soggetto sa cercare ciò che soddisfa i propri obiettivi [Campisi, Mazzone 2019], nel caso dei modelli occorre analizzarne le intenzioni analizzandoli come elementi del sistema modello/fruitori/contesto a sua volta correlato con il modo di fruire dello stesso.

La componente manipolativa del modello ne definisce infatti ulteriori contenuti: è differente l'interazione con un modello statico, dinamico o esito di una azione diretta del fruitore per la sua elaborazione (come nel caso dei modelli origami dove, attraverso la riproposizione del processo di piega, si ripercorre il processo conoscitivo). Inoltre, poter esplorare il modello descrittivo delle consistenze architettoniche del contesto esperienziale offre la possibilità di leggere la geometria del modello negli oggetti reali e viceversa.

Modelli quindi per conoscere e riconoscere, modelli iconici delle geometrie teoriche, modelli utili a costruire la connessione tra oggetto e rappresentazione e imparare quindi a rappresentare secondo un linguaggio condiviso, univoco.

L'esperienza intorno alla forma di un cubo, proposta in un PCTO dedicato all'accessibilità dell'Architettura tra Segni e Disegni, è stata occasione per stimolare le persone coinvolte a cercare le connessioni tra la forma descritta in un primo tempo solo a parole ed oggetti di uso comune: la risposta è stata spontanea ed ha evidenziato due elementi a volume pieno, un 'dado' e il 'cubo di Rubik' (fig. 1a). Lo step successivo è stata la sua rappresentazione in proiezione ortogonale, con la costruzione di 3 piani correlati e l'uso del corretto spessore e tipo di linee (fig. 1b). Di fronte all'evidenza della corrispondenza tra oggetto e rappresentazione, introdotte necessariamente le considerazioni in merito alla scala di rappresentazione e alla finalità della stessa, l'attività ha messo i partecipanti di fronte all'altrettanta evidenza che la descrizione grafica era congrua anche come descrizione di un modello differente, definito solo da superfici, prodotto con due tagli e due pieghe, con la tecnica kirigami (fig. 1c). Ne è scaturito un dibattito in merito a se e quanto fosse completa la rappresentazione in proiezione ortogonale. Inevitabilmente l'attività ha portato il gruppo a cercare di rendere più rispondente la rappresentazione ai due diversi modelli dando vita a due percorsi paralleli per confrontare l'efficacia comunicativa delle azioni proposte (fig. 1). La lezione è diventata dibattito, laboratorio, curiosità tra i modi diversi di proporre soluzioni in funzione dei propri percorsi formativi, è stata occasione per sfatare luoghi comuni e mettere in discussione le certezze sedimentate dalla formazione dell'obbligo. L'attività, semplice in ogni suo passaggio a partire dalla forma 'cubo' analizzata in partenza, ha avviato un ragionamento complesso sulla necessità di definire norme e codici della rappresentazione per condividerne il contenuto senza lasciare spazio all'interpretazione dello stesso. Le difficoltà riscontrate per rendere univoca la rappresentazione del modello in oggetto hanno permesso quindi di proiettare i partecipanti verso la necessità di implementare le proprie competenze nell'intenzione di affrontare esercizi di rappresentazione della complessità dell'Architettura.

### **Mediazione tra misura e rappresentazione per l'accessibilità della geometria**

I problemi emersi nella rappresentazione di un cubo reale a confronto del cubo teorico, di uno pieno rispetto ad uno definito solo da facce solo in parte piene, sono indicatori sensibili di quanto possa essere difficile anche solo introdurre il concetto legato alla rappresentazione della complessità dell'Architettura con l'uditorio dei partecipanti a questo specifico PCTO aperto verso una popolazione studentesca che dichiarava di aver volontà/necessità di implementare la propria formazione specifica di disegno.

Si introduce quindi il concetto di traduzione della complessità della forma reale in riconoscimento della geometria teorica e si lavora con rappresentazioni plastiche simboliche esito di una progettazione supportata dalla misura elaborata a dismisura, coerentemente con le finalità applicative: la prototipazione di modelli utili alla narrazione della geometria a sostegno della forma. Poter esplorare modelli per comprendere il patrimonio artistico e architettonico è buona pratica condivisa per coinvolgere utenze con esigenze specifiche [Azzolino

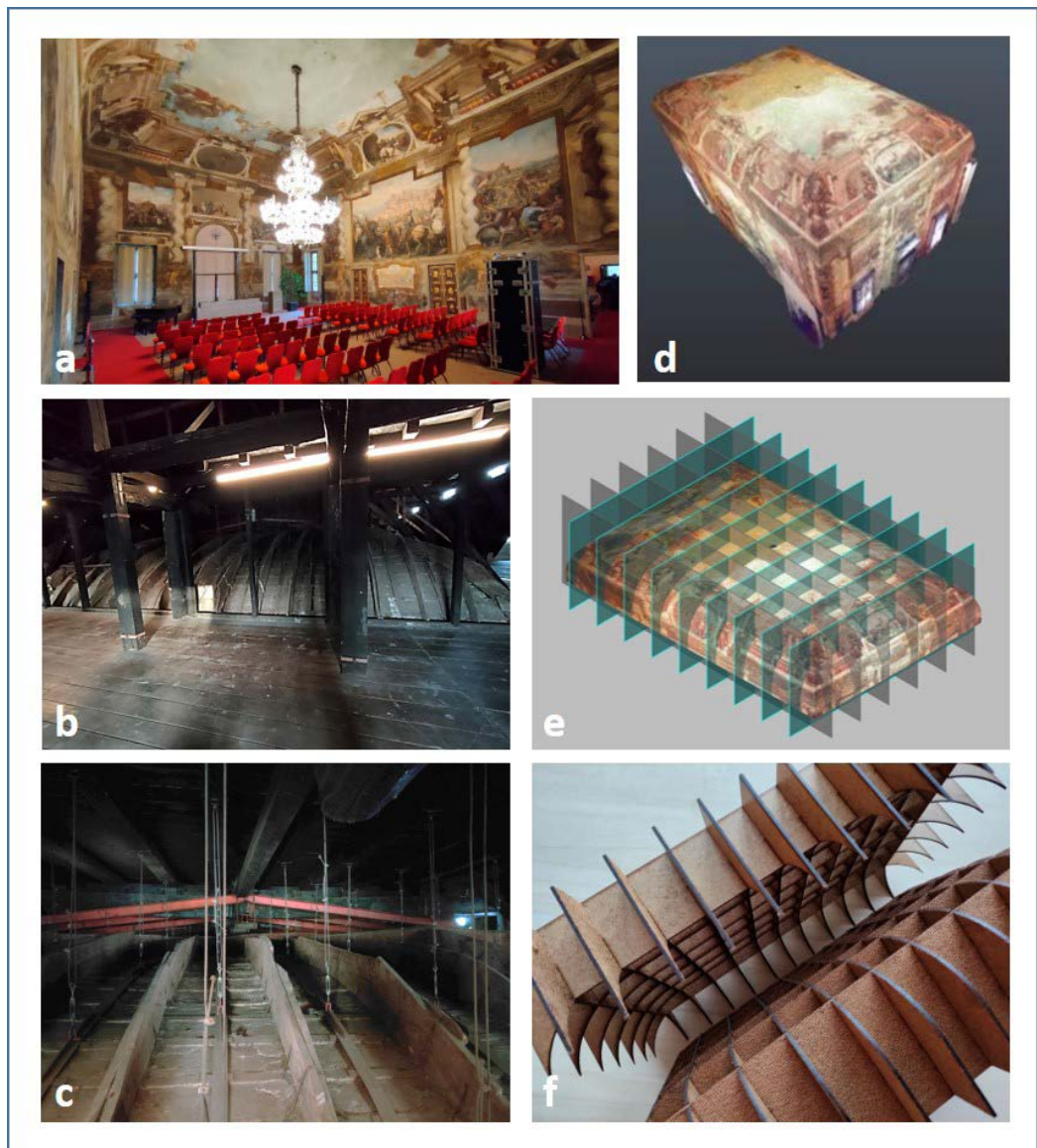


Fig. 2. Salone d'Onore, Castello del Valentino, Torino: a. Intradosso; b. Estradosso; c. Dettaglio estradosso con piani sezione significativi (da: Fotografie PCTO ArCo 29.03.2023). d-e. Nuvola di punti da rilievo SLAM (gruppo di ricerca del Laboratorio di Geomatica per i Beni Culturali del Dipartimento di Architettura e Design (da: Chiabrando et al. 2019); d. elaborazione di M. Pavignano, gruppo di ricerca MAG.IA; e. indicazione sul supporto dei piani sezione utili alla prototipazione rapida; f. prototipazione di superficie teorica descrittiva della geometria della volta del Salone d'Onore, estradosso e intradosso (da: M. Pavignano, gruppo di ricerca MAG.IA con M. Di Salvo). Elaborazione dell'autrice.

et al. 2017; Candito, Meloni 2023; Fatta 2021; Emler, Fusinetti 2021] ma poter manipolare modelli fisici durante il processo di osservazione del costruito ne permette una maggiore accessibilità anche a chi non ha una formazione dedicata e crea uno scambio costruttivo dove l'architettura diviene luogo privilegiato per apprendere la Geometria [Armand et al. 2018]. Si invertono le dinamiche: sembrava complesso spiegare l'Architettura attraverso un modello ed è l'Architettura che insegna a vedere, sul modello, le proprietà delle superfici. La visita guidata nel sottotetto del Salone d'Onore del Castello del Valentino a Torino proposta invece a un gruppo di partecipanti di un PCTO dedicato a chi vuole iniziare a vedere connessioni tra le discipline di base (ArCo, Architettura ti Connette), ha offerto la possibilità di leggere l'estradosso della Volta di cui normalmente è visibile solo l'intradosso (fig. 2a-c). I modelli, risolti come intreccio di piani sezione ottenuti dall'elaborazione del rilievo acquisito [Chiabrando et al. 2018] (fig. 2d-f), offrono ai fruitori la possibilità di confrontare la soluzione rispondente al rilievo metrico con quella ricondotta ad una geometria teorica. Il modello, dinamico e interattivo, non è però adatto ad essere utilizzato durante la visita se non collocato in una postazione fissa in loco. Il modello Origami, progettato anch'esso a partire dall'interpretazione di una base metrica ricondotta a forme semplici coerenti con sua traduzione in artefatto esito di piega (fig. 3),

si presta, invece, alla manipolazione in itinere [Cumino et al. 2022] e, in questo caso, risulta idonea non solo con la descrizione geometrica della superficie voltata ma anche con la sua peculiarità costruttiva che vede la volta 'appesa' (fig. 2c) lasciando quindi completamente visibile l'estradosso. In altri contesti, il limite della rappresentazione origami era proprio la mancanza di rispondenza alla matericità della struttura in oggetto perdendo in parte la rispondenza tra intradosso ed estradosso.

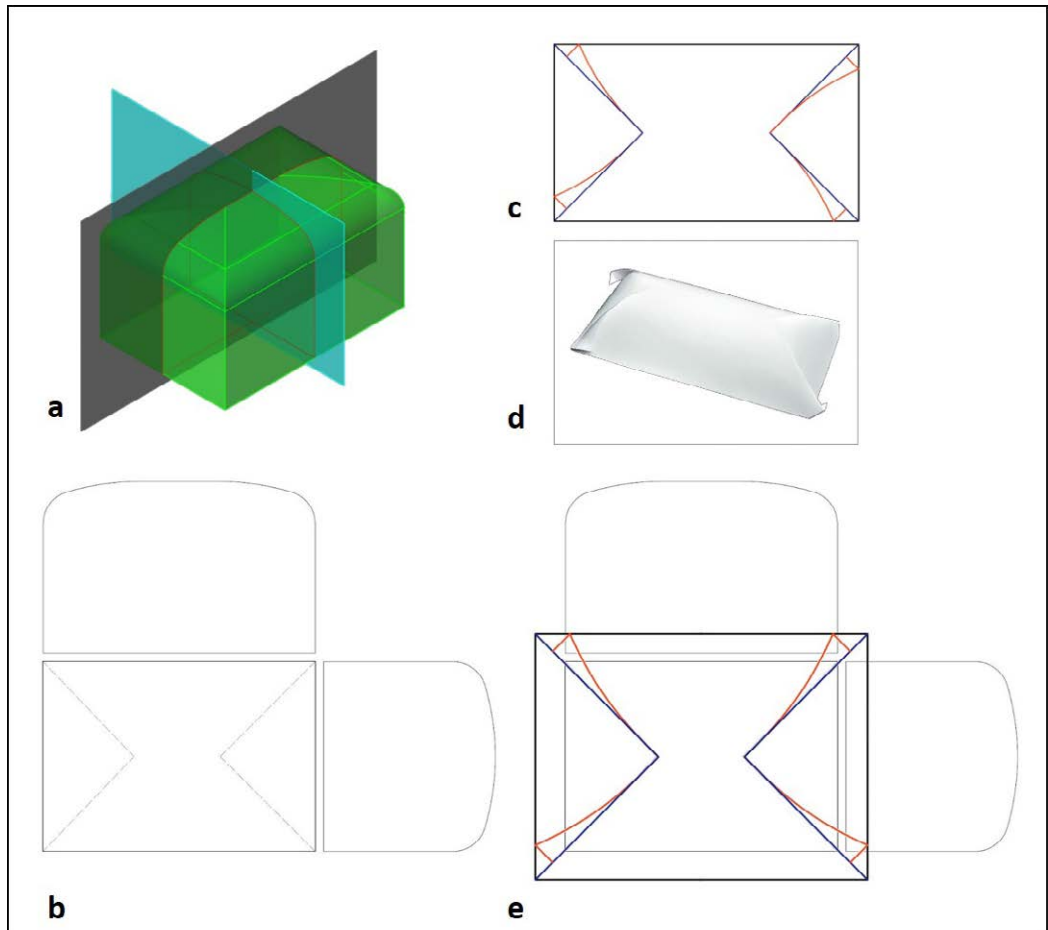


Fig. 3. Salone d'Onore, Castello del Valentino, Torino: a. Schema delle superfici teoriche riconosciute con indicazione dei piani sezione utili allo studio del *Crease Pattern*; b. Piani correlati; c-d. Modello 01.05 Volta a botte con teste di padiglione (da: Cumino et al. 2022); c. *Crease Pattern*; d. Modello Origami; e. Elaborazione di c. sulla base di b. Elaborazione dell'autrice.

## Conclusioni

In un'ottica di accessibilità della forma Architettonica attraverso la Geometria, l'uso di modelli tangibili veicola una molteplicità di contenuti a soggetti che possono avvalersi di differenti intelligenze [Cicalò 2017]. La multisensorialità propria dell'esperienza di esplorazione tattile di un artefatto offre infatti la possibilità di connettere competenze e conoscenze esiti di approcci disciplinari differenti favorendo l'apprendimento di nuovi elementi.

Le attività PCTO offerte a una popolazione studentesca eterogenea creano un contesto dove il confronto tra formazioni pregresse differenti diventa parte del dibattito culturale utile a superare i limiti del singolo partecipante. Attività progettate per utenze con bisogni educativi speciali hanno portato valore aggiunto all'intero gruppo classe integrando le diverse esigenze favorendo soluzioni da nuovi punti di vista, più inclusive proprio perché nate dalla partecipazione attiva degli iscritti. Si è rilevato che partecipanti che avevano scelto il corso ritenendosi non abili alla pratica del disegno perché spesso disorientati dai libri di testo [Ciammaichella, Perondi 2023] e/o dalle esperienze formative precedenti hanno manifestato gradimento per le attività proposte. Le esperienze proposte hanno permesso di



ragionare tra oggetto reale, disegno e modello fisico rafforzando le competenze del singolo utente in ogni forma di rappresentazione.

#### Note

[1] <<https://www.mur.gov.it/atti-e-normativa/decreto-ministeriale-n-934-del-03-08-2022>>.

[2] <[https://www.repubblica.it/cronaca/2024/02/08/news/universita\\_eurispes\\_abbandono\\_emergenza-422087375/](https://www.repubblica.it/cronaca/2024/02/08/news/universita_eurispes_abbandono_emergenza-422087375/)>; <<https://corriereuniv.it/piu-di-uno-studente-su-dieci-abbandona-luniversita-al-sud-si-arriva-al-15/>>.

[3] <<https://unric.org/it/obiettivo-4-fornire-uneducazione-di-qualita-equa-ed-inclusiva-e-opportunita-di-apprendimento-per-tutti/>>.

[4] <<https://www.miur.gov.it/scuola-secondaria-di-secondo-grado>>.

#### Ringraziamenti e crediti

Si ringraziano tutti i colleghi coinvolti nella didattica PCTO e in tutte le attività di Orientamento PoliTo.

#### Riferimenti bibliografici

<<https://corriereuniv.it/piu-di-uno-studente-su-dieci-abbandona-luniversita-al-sud-si-arriva-al-15/>> (consultato il 5 febbraio 2024).

<[www.miur.gov.it/scuola-secondaria-di-secondo-grado](https://www.miur.gov.it/scuola-secondaria-di-secondo-grado)> (consultato il 5 febbraio 2024).

<[www.mur.gov.it/atti-e-normativa/decreto-ministeriale-n-934-del-03-08-2022](https://www.mur.gov.it/atti-e-normativa/decreto-ministeriale-n-934-del-03-08-2022)> (consultato il 5 febbraio 2024).

<[www.repubblica.it/cronaca/2024/02/08/news/universita\\_eurispes\\_abbandono\\_emergenza-422087375/](https://www.repubblica.it/cronaca/2024/02/08/news/universita_eurispes_abbandono_emergenza-422087375/)> (consultato il 5 febbraio 2024).

<<https://unric.org/it/obiettivo-4-fornire-uneducazione-di-qualita-equa-ed-inclusiva-e-opportunita-di-apprendimento-per-tutti/>> (consultato il 5 febbraio 2024).

Armand P., Cumino C., Pavignano M., Spreafico M. L., Zich U. (2018). Geometry and Origami to Share Cultural Heritage: Results of the Experimentation "The King and the Origami" at the Royal Residence of Venaria. In E. Toorence, B. Torrence, C. H. Sequin, K. Fenyvesi, C. S. Kaplan (a cura di). *Proceedings of Bridges 2018 Stockholm Conference. Stockholm, 25-28 luglio 2018*, pp. 375-378. Phoenix: Tessellation.

Azzolino M. C., Dameri A., Lacirignola A., Marotta A. (2017). "Vedere con le mani" il castello del Valentino. L'accessibilità di un bene culturale per visitatori con disabilità visiva. In *Sobre una arquitectura hecha de tiempo*, vol. 1, pp. 327-332. Granada: EUG Editorial Universidad.

Bocconcino M. M., Zich U., Pavignano M. (2022). Disegno: letture integrate per l'interpretazione di conoscenze e competenze pre ingresso al PoliTO/Drawing: integrated readings for the interpretation of pre-entry knowledge and competences at PoliTO. In C. Battini, E. Bistagnino (a cura di). *Dialoghi. Visioni e visualità. Atti del 43° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione/Dialogues. Visions and visuality. Proceedings of the 43rd International Conference of Representation Disciplines Teachers*. Genova, 15-16-17 settembre 2022, pp. 1311-1344. Milano: FrancoAngeli.

Campisi E., Mazzone M. (2019). Gestì co-verbali e immagini mentali: i confini dell'intenzione comunicativa. In *Rivista Internazionale di Filosofia e Psicologia*. DOI: 10.4453/rifp.2019.0016

Càndito C., Meloni A. (2022). Dall'accessibilità all'inclusione attraverso il disegno. In C. Càndito, A. Meloni (a cura di) *DAI - Il Disegno per l'Accessibilità e l'Inclusione*, pp. XVI-XXI. Alghero: Publica.

Castelnuovo E. (1962). L'insegnamento della geometria intuitiva. In *Cultura e Scuola*, 3, pp. 199-205.

Chiabrando F., Sammartano G., Spanò A., Spreafico A. (2019). Hybrid 3D Models: When Geomatics Innovations Meet Extensive Built Heritage Complexes. In *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 8, p. 3. <<https://doi.org/10.3390/ijgi8030124>> (consultato il 24 luglio 2024).

Ciammaichella M., Perondi L. (2023). Editoria e didattica del disegno nelle scuole secondarie di secondo grado. In A. Sdegno, V. Riavis (a cura di). *DAI - Il Disegno per l'Accessibilità e l'Inclusione*, pp. 376-392. Alghero: Publica.

Cicalò E. (2017). Intelligenza Grafica. In *XY*, 1 (2), pp. 54-67. <<https://doi.org/10.15168/xyv1i2.30>> (consultato il 24 luglio 2024).

Cumino C., Pavignano M., Zich U. (2022). *Geometrie tangibili. Catalogo visuale di modelli per la comprensione della forma architettonica | Tangible geometries. Visual catalogue of models for understanding the architectural shape*. Roma: Aracne.

Empler T., Fusinetti A. (2021). Dal rilievo strumentale ai pannelli informativi tattili per un'utenza ampliata | From instrumental surveys to tactile information panels for visually impaired. In A. Arena, M. Arena, D. Mediatì, P. Raffa (a cura di). *Connettere. Un disegno per annodare e tessere. Linguaggi Distanze Tecnologie. | Connecting. Drawing for weaving relationship. Languages Distances Technologies. Atti del 42° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione*. Reggio Calabria, 16-18 settembre 2021, pp. 2265-2282. Milano: FrancoAngeli

- Fatta F. (2021). I contributi del Disegno per l'accessibilità al patrimonio architettonico. In M. L. Germanà, M. Prescia (a cura di). *L'accessibilità nel patrimonio architettonico. Approcci ed esperienze tra tecnologia e restauro*, pp. 278-283. Conegliano: Anteferma.
- Friedman M. (2018). *A history of folding in Mathematics. Mathematizing the margins*. Basel: Birkhäuser
- Holgate P. (2020). Multiple intelligences theory and architectural education. In A. Gerber (a cura di). *Spatial Abilities A Workbook for Students of Architecture*, pp. 24-25. Basel: Birkhäuser.
- MIUR (2018). *Percorsi per le Competenze Trasversali e per l'Orientamento. Linee guida*. Roma: MIUR.
- Mortari L. (2011). *Apprendere dall'esperienza. Il pensare riflessivo nella formazione*. Roma: Carocci.
- Pavignano M., Zich U. (2022). Fostering students' awareness in choosing undergraduate studies in architecture @PoliTo. In *ICERI2022. Proceedings of the 15th annual International Conference of Education, Research and Innovation*. Seville, 7-9 November 2022, pp. 8457-8466. Valencia: IATED.
- Pavignano M., Zich U. (2023). Geometria per l'Accessibilità della Reggia di Venaria Reale: modelli tangibili. In A. Sdegno, V. Riavis (a cura di). *DAI - Il Disegno per l'Accessibilità e l'Inclusione*, pp. 616-632. Alghero: Publica.
- Zich U. (2023). Origami and Descriptive Geometry: Tangible Models to Enhance Spatial Skills. In *Nexus Network Journal*, 25, pp. 277-284. <<https://doi.org/10.1007/s00004-023-00694-4>> (consultato il 24 luglio 2024).

#### **Autrice**

Ursula Zich, Politecnico di Torino, [ursula.zich@polito.it](mailto:ursula.zich@polito.it)

*Per citare questo capitolo:* Ursula Zich (2024). Modelli aptici: mediazione tra misura e rappresentazione per l'accessibilità della geometria/ Haptic models: mediation between measurement and representation for geometry accessibility. In Bergamo F., Calandriello A., Ciammaichella M., Friso I., Gay F., Liva G., Monteleone C. (a cura di). *Misura / Dismisura. Atti del 45° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione/Measure / Out of Measure. Transitions. Proceedings of the 45th International Conference of Representation Disciplines Teachers*. Milano: FrancoAngeli, pp. 2175-2190.



# Haptic models: mediation between measurement and representation for geometry accessibility

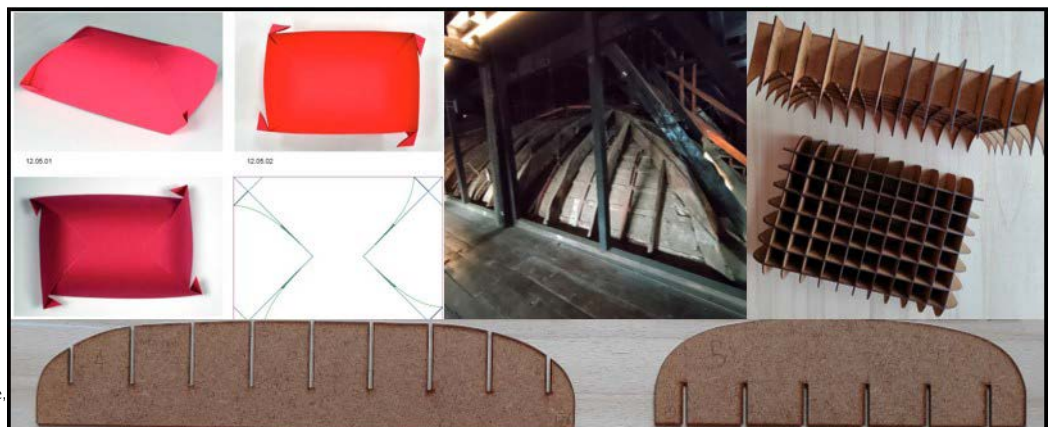
Ursula Zich

## Abstract

This contribution illustrates the critical path that led to the definition of some experiences with haptic models to make the geometry of the built environment more accessible to a non-specialist public. Having defined the target of upper secondary school students participating in the courses for transversal skills and orientation (PCTO) present in the catalog of courses offered by Collegio di Architettura at PoliTo, two cases are described as a synthetic expression of the methodological approach for the construction of the architect's language through modeling and representation experiences transversal to basic training and individual aptitude. The physical models, representation of theoretical forms or the outcome of surveys, accompany the student population in discovering the concepts of univocity, subjectivity/objectivity, exhaustiveness of the multiple forms of representation of the architectural profession, between measure and dismeasure. The potential of using tangible models to integrate basic skills in the disciplinary sector of representation and also to introduce the complexity of architectural form in an interdisciplinary dialogue which sees accessibility to knowledge as the common purpose is therefore highlighted.

## Keywords

Haptic model, tactil exploration, Geometry, representation, observation.



Salone d'Onore, Valentino Castle, Turin. Extrados and models. Elaboration by the author.

## Introduction

The National Recovery and Resilience Plan (PNRR) is the context within which Universities are called to offer connections and active orientation policies in the school-university transition [1].

School autonomy and the consequent offerings' variety from secondary schools determine a heterogeneous cultural medium so it becomes essential to offer mediums to understand the university educational project and its accessibility [Bocconcino et al. 2022]: What are the prerequisites for starting your university career and what are the skills to develop to successfully complete it? What is the expendable professionalism? These are just some of the questions that need to be temporally relocated in student life, placing them before the moment of university choice to reduce the post-enrolment dropout rate [2] and offer a real opportunity for quality, fair and inclusive education as per the indications of Objective 4 of the Agenda 2030 [3].

The Pathways for Transversal Competences and Orientation (PCTO) are therefore precious opportunities to explore one's aptitudes before completing one's course of studies and assimilating skills for a subsequent more informed choice [MIUR 2018; Pavignano, Zich 2022]. Those offered by the *Collegio* of Architecture at PoliTo are activities designed to glance at the many declinations of the figure of the Architect. Structured in courses of approximately 20 hours, conducted by structured and non-structured personnel, carried out in the teaching spaces of the University with the involvement of research fellows, PhDs and technicians from the Teaching Laboratories, the activities offered in the PCTO courses combine theoretical bases with laboratory activities and often become interdisciplinary discussion tables. An inductive approach that offers the opportunity to discover problems and solution strategies (specific and finalized), which shows peculiarities of the application context normally inaccessible to a still unoriented student population. Therefore it is crucial to propose a non-random variety of opportunities for a guided growth to a first approach to architectural form.

## Methodological premise

The structured investigation of the contents and teaching methods of drawing, as inserted and expressed in the various disciplines of upper secondary schools [Bocconcino et al. 2022], has highlighted the need to design strengthening (or construction?) offers of the graphic language also with a view to preparing for the entrance test to the Degree Course in Architecture (now TIL-A) [Pavignano, Zich 2022]. The data collected in the process of critical reading and rewriting of the questions and outcomes of the TIL-A have become a useful basis for the design of PCTO paths aimed at connecting heterogeneous users with the specialized needs of the architectural context.

The teaching experience with freshmen in the Drawing and Surveying Laboratories allowed us to verify, through evaluations and self-assessments, the validity of some experiences distributed over time for the construction of the geometric language through the use of haptic models to make the geometry of the built environment more accessible.

The comparison between groups of users who have or have not used the tangible models to support the observation phase of the built form has led to the structuring of dedicated paths not only for the observation/exploration of the haptic models, but also for a first embryonic design of the same to encourage a transversal approach to basic training that makes the physical model one of the structuring elements of the training proposal, not only in the specific disciplinary context of design [Zich 2023].

The three macro-families that the MUR identifies among the secondary training courses [4] – High Schools, Technical Institutes, Professional Institutes – promote different times and teaching methods, but the educational value of experiential teaching is still recognized [Mortari 2011]. In this context, the proposal to intercept a more generalist student population, not necessarily already oriented towards the choice of enrolling in Architecture, through

some PCTO proposals that make the use of haptic models a more accessible and less specialized language, has had an excellent response and led to a critical path of 'participatory' design of specific models. In fact, it is from the participants' responses that implemented operational sequences in the current teaching proposal were born.

### Haptic models and communicative intentions

The use of physical models for teaching in every order and degree is consolidated and verified both in the field of Representation and Mathematics [Castelnovi 1962; Friedman 2018; Holgate 2020]; interdisciplinary teaching experiences, connecting representation and mathematics, proposed within the Drawing and Survey Laboratory and tested as a third mission activity at the Royal Palace of Venaria [Pavignano, Zich 2023], have confirmed its usefulness for the construction of a shared language between the two approaches and have risen the need to explain the communicative intention of the models in use to emphasize their effectiveness. When and in what context were the models proposed in the connection courses between school and university conceived and produced? Are these models suitable only for a passive use or for an active interaction? Can they be reproduced or produced according to new strategies possibly by new users? The multifunctionality of the same model in relation to how it is proposed/described/shared/produced [Cumino et al. 2022] makes

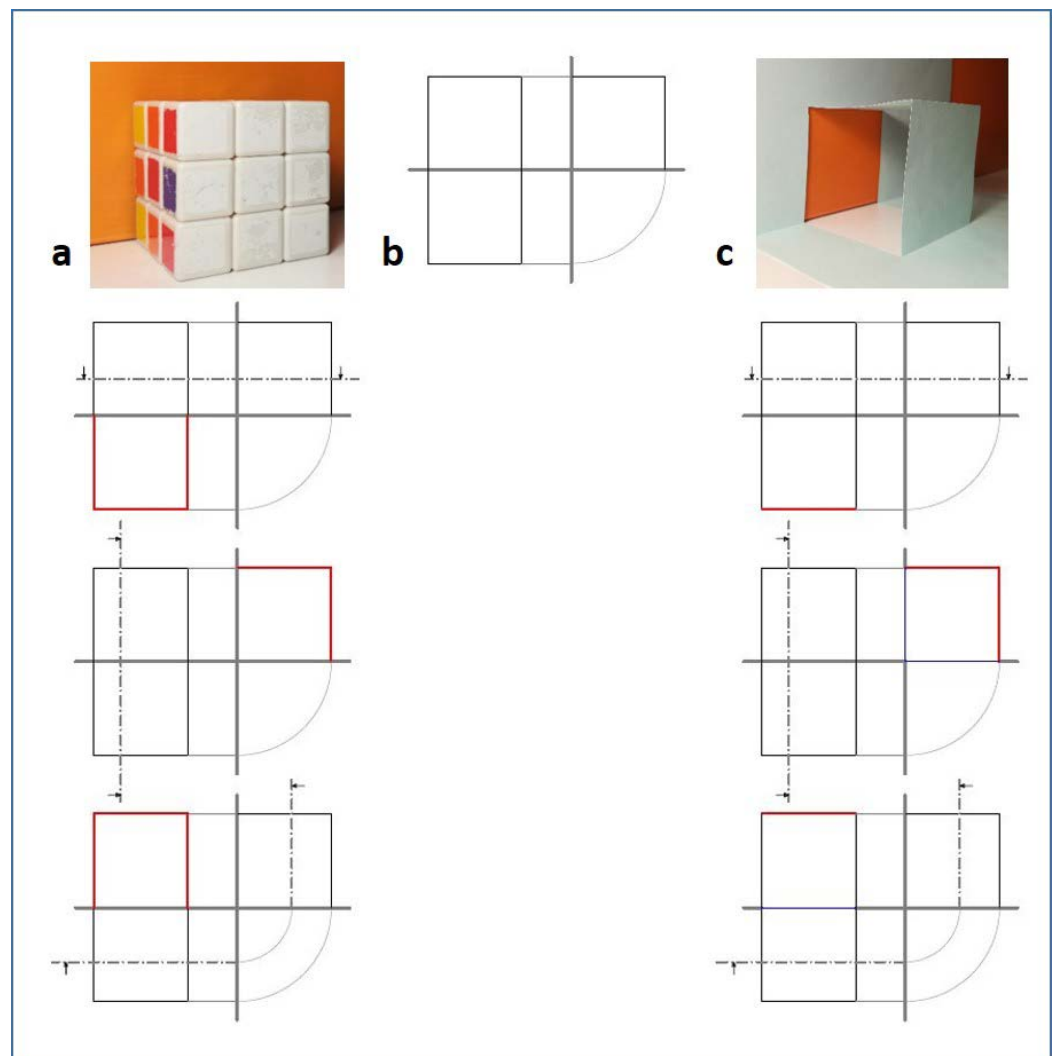


Fig. 1. a. 3x3 Rubik's cube and, in column, its orthogonal projections with significant section planes; b. Orthographic projection of a cube; c. Kirigami model of a colored paper cube and, in column, its orthogonal projections with significant section planes. Photographs, model and representations of the author. Elaboration by the author.

the research on the design of tangible teaching aids always open. Models can have infinite purposes and levels of accuracy with respect to the object they represent; if we usually talk about communicative intention when a subject knows how to look for what satisfies his objectives [Campisi, Mazzone 2019], in the case of models it is necessary to analyze their intentions by analyzing them as elements of the model/user/context system correlated with the way of using it.

The manipulative component of the model in fact defines further contents: the interaction with a static or a dynamic model /or the result of the user direct action for its elaboration (as in the case of origami models where, through the re-proposition of the bending process, the cognitive process is retraced) are different. Furthermore, being able to explore the descriptive model of the architectural consistencies of the experiential context offers the ability to read model geometry into real objects and vice versa. Models therefore for knowing and recognizing, iconic models of theoretical geometries, models useful for building the connection between object and representation and therefore learning to represent according to a shared, univocal language.

The experience around the shape of a cube, proposed in a PCTO dedicated to the accessibility of Architecture between Signs and Drawings, was an opportunity to stimulate the people involved to look for connections between the shape initially only described and commonly used objects: the response was spontaneous and highlighted two full-volume elements, a 'dice' and the 'Rubik's cube' (fig. 1a). The next step was its representation in orthogonal projection, with the construction of 3 related planes and the use of the correct thickness and type of lines (fig. 1b).

Facing the evidence of the correspondence between object and representation, having necessarily introduced considerations regarding the scale of representation and its purpose, the activity confronted the participants with the same amount of evidence that the graphic description was also adequate as a description of a different model, defined only by surfaces, produced with two cuts and two folds, with the kirigami technique (fig. 1c). A debate arose regarding whether and how complete the representation in orthogonal projection was. The activity led the group to try to make the representation more responsive to the two different models, giving rise to two parallel paths to compare the communicative effectiveness of the proposed actions (fig. 1).

Showing different ways of proposing solutions based on one's training paths, it was an opportunity to dispel clichés and question the certainties sedimented by compulsory training. The activity, simple in every step starting from the 'cube' shape analyzed at the start, started a complex reasoning on the need to define rules and codes of representation to share its content without leaving room for its interpretation.

The difficulties encountered in making unambiguous the representation of the model in question therefore allowed the participants to be projected towards the need to implement their skills with the intention of exercising in representing the complexity of Architecture.

### **Mediation between measurement and representation for geometry accessibility**

The problems that emerged in the representation of a real cube compared to the theoretical cube, of a full one compared to one defined only by partially full faces, are sensitive indicators of how difficult it can be just even to introduce the concept linked to the representation of the complexity of Architecture to the audience of participants in this specific PCTO open to a student population who declared its needs to implement their specific drawing training. We then introduce the concept of translating the complexity of the real form into recognition of the theoretical geometry and we work with symbolic plastic representations, the outcome of a design supported by the measurement elaborated out of all proportion, in line with the application purposes: the prototyping of models useful for narrating the geometry which supports the form.

Being able to explore models to understand the artistic and architectural heritage is a shared good practice for involving users with specific needs [Azzolino et al. 2017; Candito, Meloni

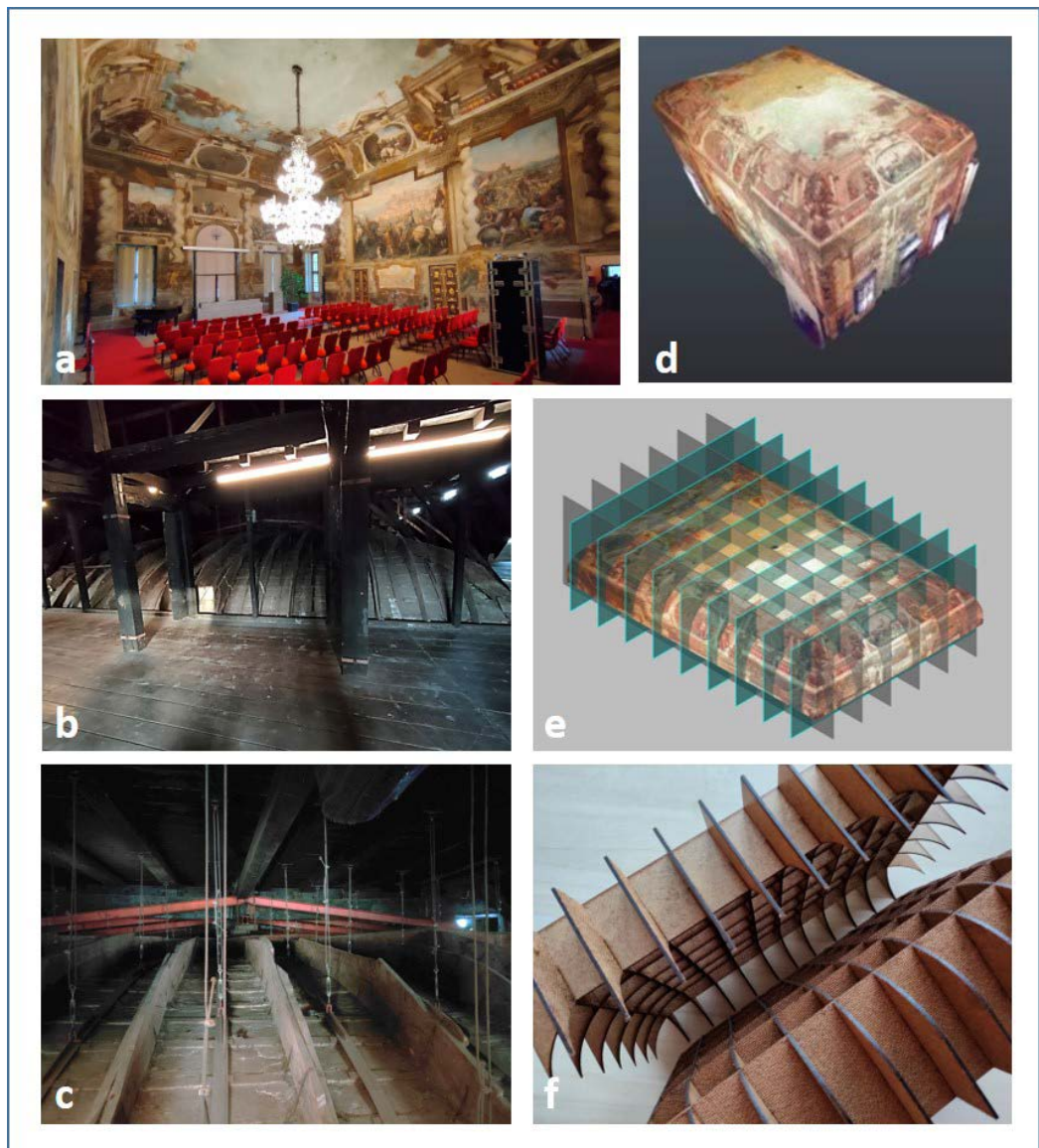


Fig. 2. Salone d'Onore, Valentino Castle, Turin. a. Intrados; b. Extrados; c. Extrados detail; with significant section plans (from: PCTO ArCo photographs 03.29.2023); d-e. Point cloud from SLAM survey (research group of the Laboratory of Geomatics for Cultural Heritage of the Department of Architecture and Design) (from: Chiabrando et al. 2019); d. elaboration by M. Pavignano, MAG.IA research group, e. indication on the support d. of the section plans useful for rapid prototyping; f. descriptive theoretical surface prototyping of the vault geometry of the Salone d'Onore, extrados and intrados (from: M. Pavignano, MAG.IA research group with M. Di Salvo). Elaboration by the author.

2023; Fatta 2021; Emler, Fusinetti 2021] but being able to manipulate physical models during the process of observing the built environment allows for greater accessibility even to those without dedicated training and creates a constructive exchange where architecture becomes a privileged place for learning geometry [Armand et al. 2018]. The dynamics are reversed: it seemed complex to explain Architecture through a model and it is Architecture that teaches us to see, on the model, the properties of the surfaces.

The guided tour in the attic of the Hall of Honor of the Valentino Castle in Turin offered to a group of participants of a PCTO dedicated to those who want to start seeing connections between the basic disciplines (ArCo, Architecture Connects you), offered the possibility of reading the extrados of the Vault of which normally only the intrados is visible (fig. 2a-c).

The models, resolved as a mixture of section planes obtained from the processing of the acquired survey [Chiabrando et al. 2018] (fig. 2d-f), offer users the possibility of comparing the solution responding to the metric survey with the one traced back to a theoretical geometry. The model, dynamic and interactive, is however not suitable for use during the visit unless placed in a fixed location on site.

The Origami model, also designed starting from the interpretation of a metric basis traced back to simple shapes consistent with its translation into an artefact resulting from folding



(fig. 3), lends itself, however, to ongoing manipulation [Cumino et al. 2022] and, in this case, it is suitable not only with the geometric description of the vaulted surface but also with its construction peculiarity which sees the vault 'hanging' (fig. 2c), thus leaving the extrados completely visible. In other contexts, the limit of the origami representation was precisely the lack of correspondence to the materiality of the structure in question, partially losing the correspondence between the intrados and extrados.

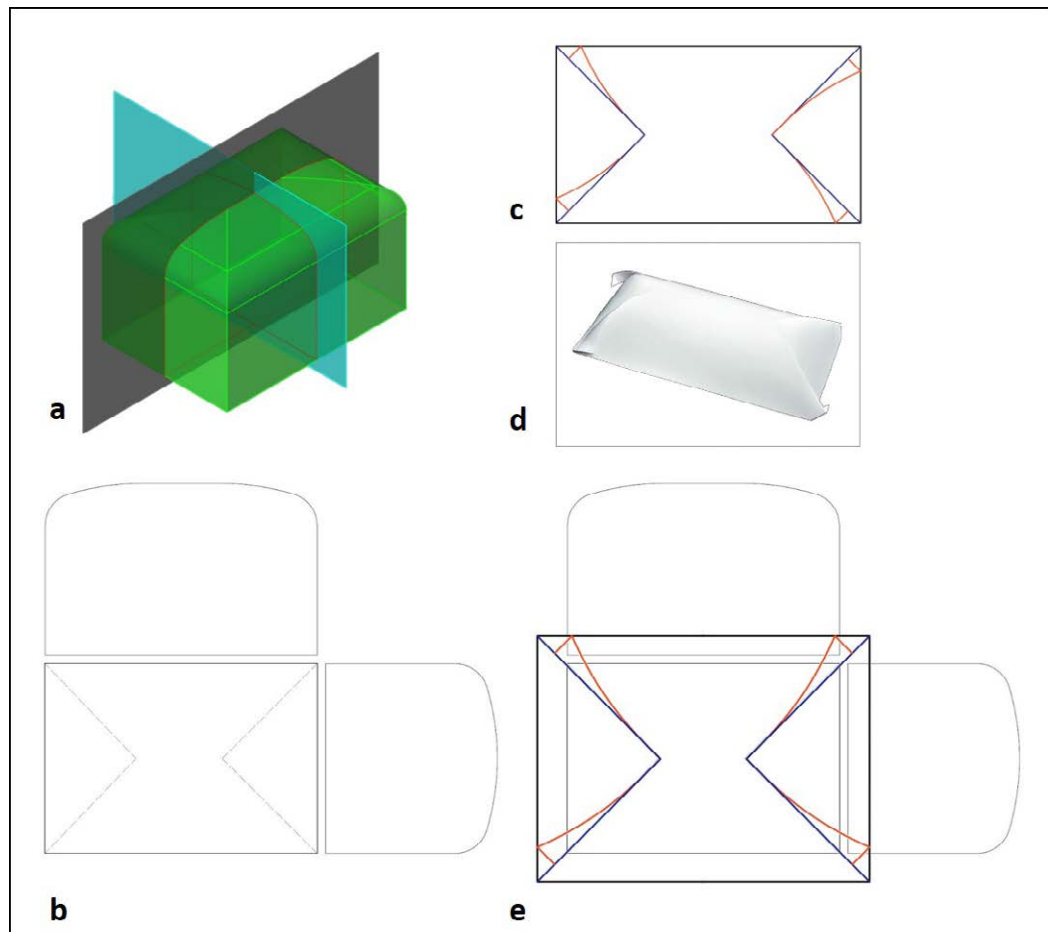


Fig. 3. Salone d'Onore, Valentino Castle, Turin: a. Diagram of the recognized theoretical surfaces with indication of the section planes useful for the study of the Crease Pattern; b. Related plans; c-d. Model 01.05 Barrel vault with pavilion heads (from: Cumino et al. 2022); e. Elaboration of c. based on b. Elaboration by the author.

## Conclusions

From a perspective of accessibility of the architectural form through geometry, the use of tangible models conveys a multiplicity of contents to subjects who can make use of different knowledges [Cicalò 2017].

The multi-sensorial nature of the experience of tactile exploration of an artefact offers the possibility of connecting skills and knowledge resulting from different disciplinary approaches, encouraging the learning of new elements.

The PCTO activities offered to a heterogeneous student population create a context where the comparison between different previous trainings becomes part of the cultural debate useful for overcoming the limits of the individual participant.

Activities designed for users with special educational needs have added value to the entire class group by integrating the different needs, favoring solutions from new points of view, more inclusive precisely because they arise from the active participation of the members. It was found that participants who had chosen the course considering themselves not capable of drawing because they were often disoriented by textbooks [Ciammaichella, Per-

ondi 2023] and/or previous training experiences expressed appreciation for the proposed activities. The proposed experiences allowed us to reason between real object, drawing and physical model, strengthening the skills of the individual user in every form of representation.

#### Notes

[1] <<https://www.mur.gov.it/atti-e-normativa/decreto-ministeriale-n-934-del-03-08-2022>>.

[2] <[https://www.repubblica.it/cronaca/2024/02/08/news/universita\\_eurispes\\_abbandono\\_emergenza-422087375/](https://www.repubblica.it/cronaca/2024/02/08/news/universita_eurispes_abbandono_emergenza-422087375/)>; <<https://corriereuniv.it/piu-di-uno-studente-su-dieci-abbandona-luniversita-al-sud-si-arriva-al-15/>>.

[3] <<https://unric.org/it/obiettivo-4-fornire-uneducazione-di-qualita-equa-ed-inclusiva-e-opportunita-di-apprendimento-per-tutti/>>.

[4] <<https://www.miur.gov.it/scuola-secondaria-di-secondo-grado>>.

#### Acknowledgements and credits

We thank all the colleagues involved in PCTO teaching and in all PoliTo orientation activities.

#### Riferimenti bibliografici

<<https://corriereuniv.it/piu-di-uno-studente-su-dieci-abbandona-luniversita-al-sud-si-arriva-al-15/>> (accessed 5 February 2024).

<[www.miur.gov.it/scuola-secondaria-di-secondo-grado](https://www.miur.gov.it/scuola-secondaria-di-secondo-grado)> (accessed 5 February 2024).

<[www.mur.gov.it/atti-e-normativa/decreto-ministeriale-n-934-del-03-08-2022](https://www.mur.gov.it/atti-e-normativa/decreto-ministeriale-n-934-del-03-08-2022)> (accessed 5 February 2024).

<[www.repubblica.it/cronaca/2024/02/08/news/universita\\_eurispes\\_abbandono\\_emergenza-422087375/](https://www.repubblica.it/cronaca/2024/02/08/news/universita_eurispes_abbandono_emergenza-422087375/)> (accessed 5 February 2024).

<<https://unric.org/it/obiettivo-4-fornire-uneducazione-di-qualita-equa-ed-inclusiva-e-opportunita-di-apprendimento-per-tutti/>> (accessed 5 February 2024).

Armand P., Cumino C., Pavignano M., Spreafico M. L., Zich U. (2018). Geometry and Origami to Share Cultural Heritage: Results of the Experimentation "The King and the Origami" at the Royal Residence of Venaria. In E. Toorenance, B. Torrence, C. H. Sequin, K. Fenyvesi, C. S. Kaplan (Eds.). *Proceedings of Bridges 2018 Stockholm Conference. Stockholm, 25-28 luglio 2018*, pp. 375-378. Phoenix: Tessellation.

Azzolino M. C., Dameri A., Lacirignola A., Marotta A. (2017). "Vedere con le mani" il castello del Valentino. L'accessibilità di un bene culturale per visitatori con disabilità visiva. In *Sobre una arquitectura hecha de tiempo*, vol. 1, pp. 327-332. Granada: EUG Editorial Universidad.

Bocconcino M. M., Zich U., Pavignano M. (2022). Disegno: letture integrate per l'interpretazione di conoscenze e competenze pre ingresso al PoliTO/Drawing: integrated readings for the interpretation of pre-entry knowledge and competences at PoliTO. In C. Battini, E. Bistagnino (Eds.). *Dialoghi. Visioni e visualità. Atti del 43° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione/Dialogues. Visions and visuality. Proceedings of the 43rd International Conference of Representation Disciplines Teachers*. Genova, 15-16-17 settembre 2022, pp. 1311-1344. Milano: FrancoAngeli.

Campisi E., Mazzone M. (2019). Gesti co-verbali e immagini mentali: i confini dell'intenzione comunicativa. In *Rivista Internazionale di Filosofia e Psicologia*. DOI: 10.4453/rifp.2019.0016

Càndito C., Meloni A. (2022). Dall'accessibilità all'inclusione attraverso il disegno. In C. Càndito, A. Meloni (Eds.). *DAI - Il Disegno per l'Accessibilità e l'Inclusione*, pp. XVI-XXI. Alghero: Publica.

Castelnuovo E. (1962). L'insegnamento della geometria intuitiva. In *Cultura e Scuola*, 3, pp. 199-205.

Chiabrando F., Sammartano G., Spanò A., Spreafico A. (2019). Hybrid 3D Models: When Geomatics Innovations Meet Extensive Built Heritage Complexes. In *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 8, p. 3. <<https://doi.org/10.3390/ijgi8030124>> (accessed 24 July 2024).

Ciammaichella M., Perondi L. (2023). Editoria e didattica del disegno nelle scuole secondarie di secondo grado. In A. Sdegno, V. Riavis (Eds.). *DAI - Il Disegno per l'Accessibilità e l'Inclusione*, pp. 376-392. Alghero: Publica.

Cicalò E. (2017). Intelligenza Grafica. In *XY*, 1 (2), pp. 54-67. <<https://doi.org/10.15168/xy.v1i2.30>> (accessed 24 July 2024).

Cumino C., Pavignano M., Zich U. (2022). *Geometrie tangibili. Catalogo visuale di modelli per la comprensione della forma architettonica | Tangible geometries. Visual catalogue of models for understanding the architectural shape*. Roma: Aracne.

Empler T., Fusinetti A. (2021). Dal rilievo strumentale ai pannelli informativi tattili per un'utenza ampliata | From instrumental surveys to tactile information panels for visually impaired. In A. Arena, M. Arena, D. Mediatì, P. Raffa (Eds.). *Connettere. Un disegno per annodare e tessere. Linguaggi Distanze Tecnologie. | Connecting. Drawing for weaving relationship. Languages Distances Technologies. Atti del 42° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione*. Reggio Calabria, 16-18 settembre 2021, pp. 2265-2282. Milano: FrancoAngeli



- Fatta F. (2021). I contributi del Disegno per l'accessibilità al patrimonio architettonico. In M. L. Germanà, M. Prescia (Eds.). *L'accessibilità nel patrimonio architettonico. Approcci ed esperienze tra tecnologia e restauro*, pp. 278-283. Conegliano: Anteferma.
- Friedman M. (2018). *A history of folding in Mathematics. Mathematizing the margins*. Basel: Birkhäuser
- Holgate P. (2020). Multiple intelligences theory and architectural education. In A. Gerber (Ed.). *Spatial Abilities A Workbook for Students of Architecture*, pp. 24-25. Basel: Birkhäuser.
- MIUR (2018). *Percorsi per le Competenze Trasversali e per l'Orientamento. Linee guida*. Roma: MIUR.
- Mortari L. (2011). *Apprendere dall'esperienza. Il pensare riflessivo nella formazione*. Roma: Carocci.
- Pavignano M., Zich U. (2022). Fostering students' awareness in choosing undergraduate studies in architecture @Polito. In *ICERI2022. Proceedings of the 15th annual International Conference of Education, Research and Innovation*. Seville, 7-9 November 2022, pp. 8457-8466. Valencia: IATED.
- Pavignano M., Zich U. (2023). Geometria per l'Accessibilità della Reggia di Venaria Reale: modelli tangibili. In A. Sdegno, V. Riavis (Eds.). *DAI - Il Disegno per l'Accessibilità e l'Inclusione*, pp. 616-632. Alghero: Publica.
- Zich U. (2023). Origami and Descriptive Geometry: Tangible Models to Enhance Spatial Skills. In *Nexus Network Journal*, 25, pp. 277-284. <<https://doi.org/10.1007/s00004-023-00694-4>> (accessed 24 July 2024).

#### Author

Ursula Zich, Politecnico di Torino, [ursula.zich@polito.it](mailto:ursula.zich@polito.it)

To cite this chapter: Ursula Zich (2024). Modelli aptici: mediazione tra misura e rappresentazione per l'accessibilità della geometria/ Haptic models: mediation between measurement and representation for geometry accessibility. In Bergamo F., Calandriello A., Ciammaichella M., Friso I., Gay F., Liva G., Monteleone C. (Eds.). *Misura / Dismisura. Atti del 45° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione/ Measure / Out of Measure. Transitions. Proceedings of the 45th International Conference of Representation Disciplines Teachers*. Milano: FrancoAngeli, pp. 2175-2190.