

Morfologies toves coreografiades: explorar noves maneres de planificar arquitectura tova a través de l'elasticitat dels materials

Aquesta investigació vol contribuir al camp actual del disseny arquitectònic oferint proves que un enfocament col·laboratiu i personificat davant l'arquitectura tova pot informar un nou procés de disseny físicomaterial. L'actual tecnologia de disseny (per exemple sensors, escàners 3D o programes de modelatge de processos), juntament amb l'ús del cos com a font de disseny d'un espai, ofereix nous mètodes i noves eines per dissenyar arquitectura (Hirschberg, Sayegh, Frühwirth, Zedlacher 2006). Malgrat això, no s'ha explorat a fons el potencial existent d'experimentar i capturar digitalment una interacció de material tou i elàstic per mitjà del cos com a sistema dinàmic capaç d'informar un disseny d'arquitectura tova. Utilitzant l'experiència viscuda com a eina de disseny, permetem que el material expressi les seves qualitats quan és activat pel cos i que reveli la seva forma en lloc que aquesta li sigui imposada des de l'exterior (DeLanda 2015). A partir d'un enfocament que s'utilitza en disseny d'interacció i moda (Loke i Robertson 2011; Wilde, Vallgård i Tomico 2017), aquesta investigació proposa un mètode híbrid per explorar una ontologia teixit-cos com a entitat que té el potencial de dissenyar un espai, juntament amb l'ús de tecnologia de captació de moviment per intentar re-connectar allò experiencial (el cos) amb l'arquitectura (l'espai).

A través d'una interfície feta a mida amb materials tous i durs, explorem les qualitats dinàmiques i espacials de l'elasticitat del material per mitjà de moviments coreografiats del cos. La interfície actua a tall d'espai deformable que es pot modelar amb el cos. Així, es creen una sèrie d'expressions de forma que van des de les subtils modificacions de la superfície fins a deformacions més sortints. Tres sensors Kinect van captar aquests processos de creació de forma en temps real i van produir material digital sense processar que, degudament manipulat, es pot traduir en simulacions arquitectòniques. D'aquesta manera van validar el mètode com una nova forma d'informar processos de disseny d'arquitectura tova.

Els resultats van demostrar que: 1) l'experiència directa d'interactuar de manera col·laborativa amb una interfície tova i elàstica permet determinar les qualitats dinàmiques del material amb relació a si mateix i als altres i facilita un procés espacial immediat de creació de significat; 2) explorar el disseny d'un espai tou i elàstic a través

M. CASTÁN / D. SUÁREZ

MARINA CASTÁN
Royal College of Art

DANIEL SUÁREZ
Universität der Künste Berlin

PARAULES CLAU
Coreografia; interacció personificada; coreografia;
interfície tova; elasticitat; arquitectura; tecnologia de
captació de moviment; físicodigital.

COM CITAR
Castán, Marina and Daniel Suárez. 2018. "Morfologies toves coreografiades: explorar noves maneres de planificar arquitectura tova a través de l'elasticitat dels materials" [Choreographed Soft Morphologies: exploring new ways of ideating soft architecture through material elasticity]. *Temes de disseny* 34: 58-71.

d'una coreografia i de tecnologia de captura de moviments ajuda a crear escales augmentades en els àmbits físic i digital, i proposa un nou mètode de disseny híbrid; 3) la interfície tova i elàstica es converteix en una nova entitat quan el cos li dona forma (ontologia teixit-cos) i d'aquesta manera permet que hi hagi varietat d'expressions formals i ofereix una font de material digital no processat per al disseny d'arquitectura.

1 INTRODUCCIÓ

Durant les últimes dècades els arquitectes han explorat àmpliament l'ús del cos com a eina coreogràfica per informar el disseny de l'espai. Els arquitectes han col·laborat amb ballarins i coreògrafs per traduir el moviment en sistemes de notació utilitzant fluxos de treball analògic-digital. Així, el disseny de la forma o de la disposició espacial sovint es materialitza per mitjà de prototips rígids i estàtics (Kato i Glynn 2017; Salazar Sutir 2015). Pacher aborda l'arquitectura des d'un punt de vista performatiu i proposa treballar amb el nostre sentit del moviment i amb la capacitat que té d'incidir en la nostra percepció de l'espai i en la representació que les accions del cos en fan. Utilitzant sensors Kinect, Pacher ha creat una aplicació mòbil que permet que l'usuari utilitzi les seves accions com a inputs que influeixen en el disseny de l'espai en temps real (Pacher 2014). L'arquitecta i ballarina Chryssa Varna utilitza les notacions de dansa per crear una coreografia que permeti desenvolupar una arquitectura cinètica basada en l'ús de robots i de ventalls de paper com a dispositius reactius. El resultat és un nou llenguatge de disseny espacial (Varna 2013).

Així mateix, partint d'un enfocament d'arquitectura tèxtil ja existent, aquest estudi ha explorat un procés col·laboratiu d'arquitectura tova que va més enllà del disseny d'una forma arquitectònica i que vol presentar un nou mètode de disseny d'arquitectura tova aprofitant l'elasticitat dels materials a diverses escales (una superfície, façana, espai de transició o pavelló). El disseny d'un espai tou a través d'interaccions cos-material ha merescut poca dedicació en el camp de l'arquitectura en comparació amb altres camps com ara el disseny d'interaccions o el disseny de moda, en què la relació entre el material i el cos sol ser més directa. El motiu més evident d'aquest fenomen està relacionat amb l'escala: normalment l'experiència directa que els arquitectes tenen amb els materials se sol limitar a un model físic que no coincideix amb l'escala corporal. Per això el model híbrid que plantegem en aquest projecte d'investigació permetria que els arquitectes milloressin la seva interacció amb el material, és a dir, la seva experiència amb el material, i que passessin de l'escala del model a l'escala corporal. Tal com indica Schillig, els aspectes cinètics i performatius que entren en acció quan plantegem el disseny d'un espai amb la mediació del material i a l'escala del cos fan que es creï un

espai dinàmic i transformatiu que "anticipa un precursor de l'espai virtual, un espai virtual en què no s'elimina el cos i per al qual el cos es converteix en l'iniciador de l'espai". *Performative Geometries* (A. Agkathidis et al. 2010) documenta com una col·lecció de sobres tous qüestiona el concepte tradicional d'espai entès com una cosa estàtica i rígida i ofereix un espai orgànic i emergent a través de la mediació de la materialitat tèxtil.

En la mateixa línia, aquest estudi busca una participació més experiencial de l'arquitectura, connectant experiències espacials físiques amb processos de disseny digital. La nostra aportació consisteix a crear un mètode híbrid que connecti les accions físiques amb les seves corresponents digitals. En aquest procés diversos actors poden donar forma conjuntament a l'espai i, posteriorment, a la forma arquitectònica tant en l'àmbit físic com en el digital. L'esdeveniment, que és captat en temps real, permet crear visualitzacions digitalment. Així mateix, ofereix vocabulari de formes toves que es basa en les particularitats de les transformacions temporals de l'ontologia teixit-cos. D'aquesta manera, l'experiència directa d'habitar un espai que és tou i dinàmic no només informaria una nova lògica espacial, sinó que també proporcionaria un catàleg d'expressions formals derivades de la interacció entre el material i el cos en moviment. Les captures digitals es van re-construir primer en forma de malla (perquè siguin prou estables per treballar amb software de modelatge) i després es manipulen per mostrar el seu potencial com a material de disseny arquitectònic.

Utilitzar una perspectiva combinada de disseny personificat (per mitjà d'una coreografia) i tecnologia (per mitjà d'eines de captura de moviment i software de modelatge) produeix un doble efecte. En primer lloc, la qualitat experiencial que ofereix aquest mètode permet explorar les qualitats d'un espai tou i la relació amb altres de forma immediata. I en segon lloc, les captures digitals permeten treballar a diferents escales i generar visuals de dissenys arquitectònics tous, de manera que creen un material digital diferenciat amb una gran quantitat de possibilitats per explorar la forma i l'espai. Un mètode híbrid com aquest concentra l'experiència d'arquitectes, dissenyadors tèxtils, ballarins i coreògrafs en un procés col·laboratiu que ajuda a analitzar el resultat des de diversos punts de vista i a reflexionar-hi. D'aquesta manera contribueix a millorar l'espai en la direcció d'un concepte més personalitzat d'aquest. Comencem amb una breu presentació del concepte de materialitat i de la relació entre matèria i forma des d'un punt

de vista filosòfic. Tot seguit resumim ràpidament el disseny personificat d'interaccions. I per acabar, descrivim la nostra aposta experimental i el mètode híbrid abans d'analitzar el valor de dissenyar arquitectura tova de forma col·laborativa per mitjà de la coreografia i la tecnologia de captura del moviment.

2 EL CONCEPTE DE MATERIALITAT EN ELS ÀMBITS FÍSIC I DIGITAL

Quan es fa disseny en un context físicodigital cal treballar amb diversos enfocaments i diferents metodologies, un fet que no és necessari en processos de disseny que no inclouen informació digital. L'àmbit digital introdueix material computacional que cal abordar. Ahlquist i Menges destaquen la importància de distingir entre *computació* i *computerització*. Segons la seva opinió, la majoria de l'arquitectura contemporània es continua basant en un enfocament que utilitza el disseny computacional com una forma de treballar més eficientment o més ràpidament dins del procés de disseny (computerització) i no com una nova manera de pensar que genera més informació i que aporta algunes particularitats (computació).

Aquest pas de l'arquitectura com un procés lineal i estàtic a un sistema més dinàmic i complex és fruit del disseny automatitzat i de la cibernètica. Plantejaments d'aquest estil col·loquen els ordinadors com una extensió de l'ésser humà, amb la seva proximitat al pensament humà (Ahlquist i Menges 2011).

Aquesta concepció dels mons físic i digital com a sistema coincideix plenament amb el plantejament actual del disseny d'interaccions entre l'home i l'ordinador (Human-Computer Interaction Design), segons el qual allò físic i allò digital són una barreja i no dues coses diferents (Wiberg i Robles 2010). Això comporta un canvi en la manera d'utilitzar els materials físics i digitals en el procés de disseny. En aquest sentit, el nostre mètode combina una interfície tova i elàstica amb l'àmbit digital per mitjà de sensors de moviment que funcionen com a extensions de les nostres accions, es comporten com un sistema integrat que desplega la seva pròpia materialitat i d'aquesta manera permet generar un flux de disseny continu. S'ha debatut molt sobre la materialitat de la tecnologia computacional i sobre la seva consideració com a material expressiu i manipulable (Brownell 2006; Landin 2005; Löwgren i Stolterman 2004; Vallgård i Redström 2007; Vallgård i Sokolar 2010). Vallgård sosté que l'ordinador es converteix en un material per al disseny i que ajuda els dissenyadors a confeccionar les seves obres per mitjà de complexos processos de creació de manera que contenen necessàriament la interacció entre el material físic, el material computacional i les interaccions que introdueix l'usuari (Vallgård 2014). Landin afirma que la tecnologia computacional en el context del disseny d'interaccions no és només una eina neutra per implementar els aspectes tècnics del disseny, sinó més aviat un "material de disseny expressiu" (Landin 2005, 117). Reconèixer les qualitats expressives i tangibles del material digital permet

un procés creatiu més integrat en què allò físic i allò digital s'influeixen contínuament entre si, no només per donar forma conjuntament a un procés concret de disseny, sinó també per produir resultats diferenciats. Així doncs, com podem dissenyar amb materials amb qualitats diferents? Des que Dourish (1999) va publicar el llibre fundacional sobre disseny d'interaccions en què descriu un enfocament personificat del disseny d'interaccions han sorgit noves metodologies que utilitzen de formes diferents la noció de cos viscut. Aquest concepte és fruit d'una ruptura amb el dualisme ment-cos que propugnaven Heidegger, Merleau-Ponty i altres teòrics com ara Dewey (estètica pragmàtica), Bourriaud (estètica relacional), DeLanda, Braidotti o Barad (nou materialisme). Durant l'última dècada ha augmentat l'interès per aquestes teories i, com a conseqüència, han sorgit multitud de mètodes que ofereixen una alternativa a altres propostes tradicionals de disseny. Loke i Robertson tenen en compte que els investigadors en disseny utilitzen el cos com a font per informar el disseny i per analitzar, idear o provar els seus prototips (Loke i Robertson 2011). Mètodes com aquest combinen el coneixement filosòfic amb la investigació en disseny basada en la pràctica, i utilitzen el material, el cos i el context com a materials per al disseny. Les tecnologies digitals transformen considerablement les nostres realitats en entorns accessibles a través de la tecnologia, i d'aquesta manera donen importància capital al cos en les primeres fases del disseny (Wilde, Vallgård i Tomico 2017).



Fig. 1. Marc d'alumini i interfície elàstica tova



Fig. 2. Vista interior dels moviments de la ballarina

A partir de les nocions de "capacitats materials" (DeLanda 2015), demostrarem que un plantejament combinat de disseny personificat i tecnologia de captació de moviment amb relació a l'arquitectura tova fomenta una nova experiència espacial i contribueix a crear un nou procés de plasmació de forma per al disseny arquitectònic.

3

LA CONCEPCIÓ FILOSÒFICA ACTUAL DE LA MATÈRIA-FORMA EN EL CONTEXT DE L'ARQUITECTURA

DeLanda afirma que s'ha produït un canvi conceptual en la consideració dels materials com a sistemes que no només es defineixen per les seves propietats, sinó també per les seves

capacitats. Des d'un punt de vista filosòfic, això vol dir que els materials, o la "materialitat activa", tal com l'anomena DeLanda (DeLanda 2015, 85:2), revelen un estat diferent quan s'utilitzen: les seves capacitats. Mentre les propietats materials sempre existeixen, les capacitats d'un material són una qualitat temporal de l'esmentat material, i això vol dir que podrien emergir però que no estan necessàriament presents de forma real. Per a DeLanda, aquesta doble condició dels materials els converteix en sistemes que tenen una doble existència o, dit d'una altra manera, "estructures d'un espai de possibilitat" (DeLanda 2015, 85:3). Així, comprendre la matèria com una entitat d'un espai de possibilitat permet concebre-la com alguna cosa que té la capacitat de generar forma per si mateixa. En la mateixa línia, Ingold sosté que "les formes de les coses no venen imposades des de fora sobre un substrat inert de matèria, sinó que es generen i desapareixen contínuament en els fluxos de materials que creuen la frontera que hi ha entre les substàncies i el mitjà que les envolta" (Ingold 2010, 1). Menges (n.d.) fa palès que el disseny d'una forma en arquitectura s'ha interpretat tradicionalment com un procés independent al de la seva materialització, i que, fins i tot actualment en la pràctica de l'arquitectura digital, la definició de la forma i els processos de construcció es tracten per separat. En la seva investigació, en canvi, Menges explora un plantejament integral morfogenètic en què tots els elements del procés de disseny (des del material fins a l'estructura i el context) estan connectats en una complexa xarxa de relacions que s'exploren per mitjà del disseny computacional. Segons aquesta idea, els materials no són meres substàncies amb unes propietats determinades. Més aviat són sistemes complexos que desencadenen diverses transformacions al llarg del procés de disseny.

4

EXPLORAR LA ESPACIALITAT D'UNA INTERFÍCIE ELÀSTICA A TRAVÉS DE LA COREOGRAFIA: LA CONFIGURACIÓ DEL TREBALL EXPERIMENTAL

Habitar la interfície tova ens ha permès explorar de forma força intuïtiva les relacions espacials i les qualitats materials d'un espai tou i posteriorment, comprendre plenament les seves particularitats, així com les seves possibilitats formals, pel que fa a les manifestacions del disseny. Tal com va passar en el cas previ (Castán i Suárez 2017), es va organitzar una col·laboració amb ballarines. En aquest cas es va establir contacte amb la companyia berlinesa de Salvatore Siciliano per proposar-los un projecte col·laboratiu. La nostra feina anterior amb ballarines ens va revelar els avantatges de col·laborar-hi per la seva expressió corporal i perquè poden ser potencials usuàries d'un espai tou. L'objectiu de la col·laboració era determinar quines qualitats materials i espacials es podien deduir de l'experiència directa d'interactuar col·lectivament amb la interfície tova i elàstica i alhora capturar el resultat de les diferents manifestacions. La col·laboració es va dur a terme a la Universitat de les Arts de Berlín (UDK), on els autors van construir una interfície a mida formada per un gairebé-cub fet amb un marc d'alumini (1,50 x 1,50 x 1,80 m), que era l'element estructural, i una peça de 5 x

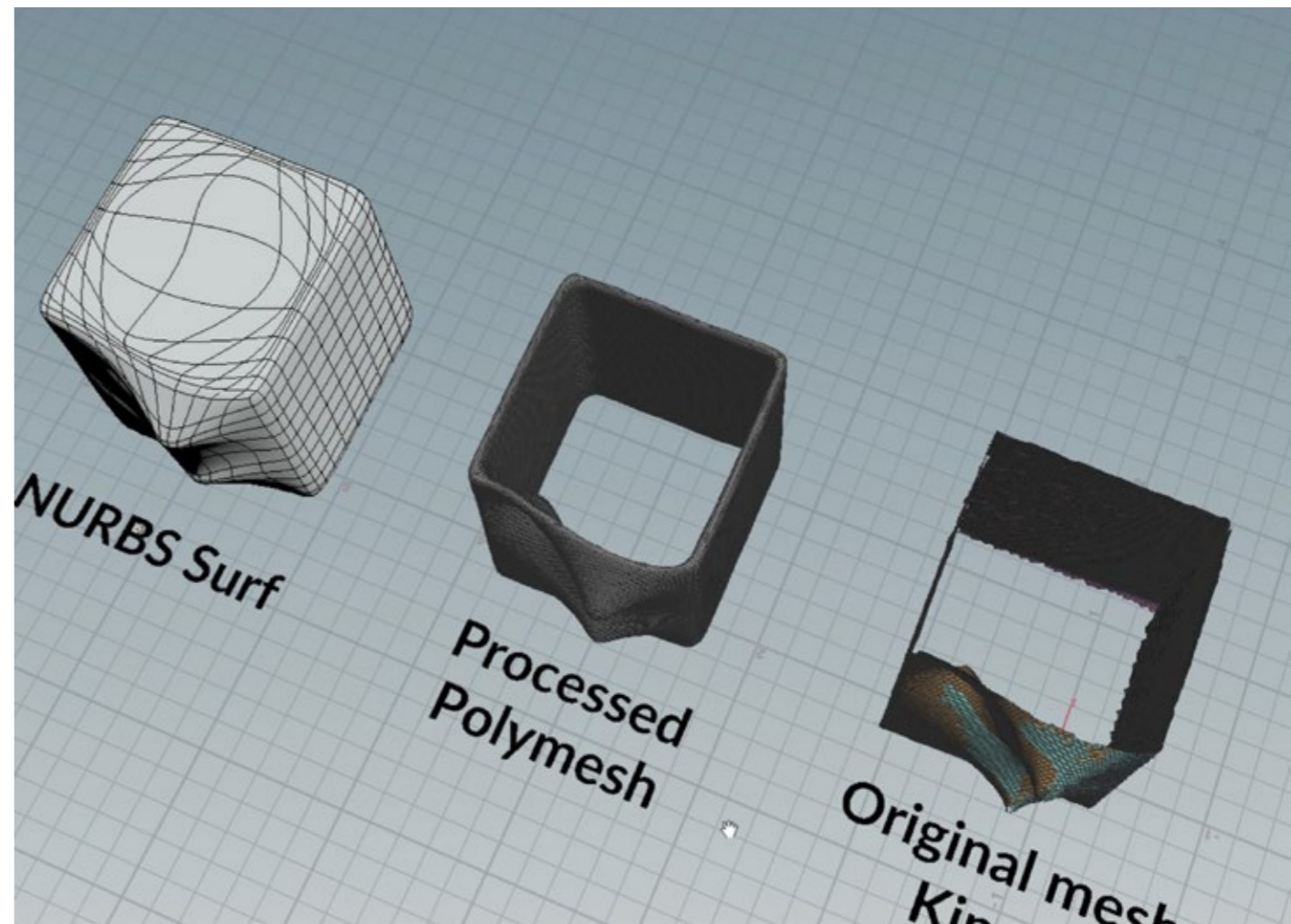
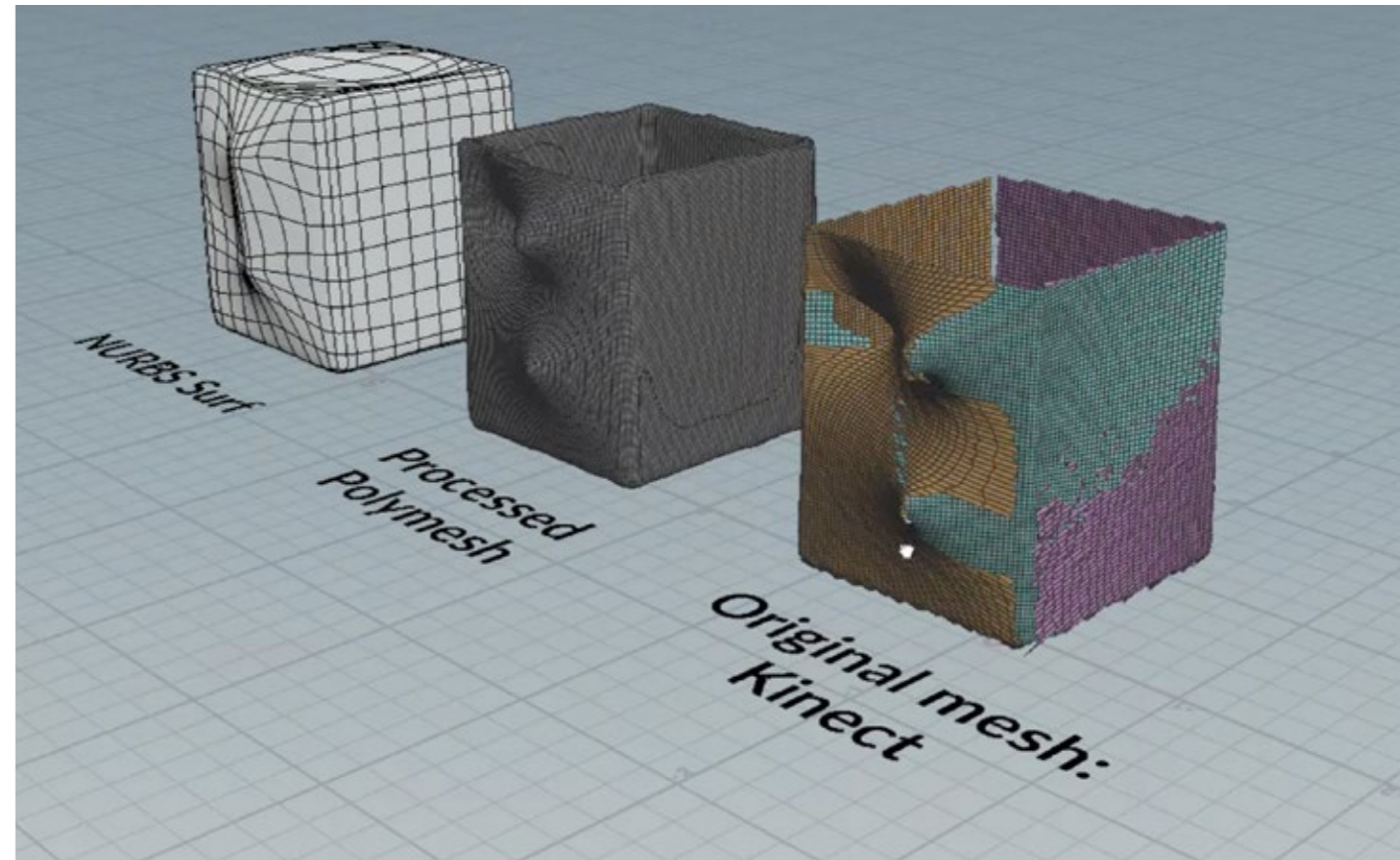


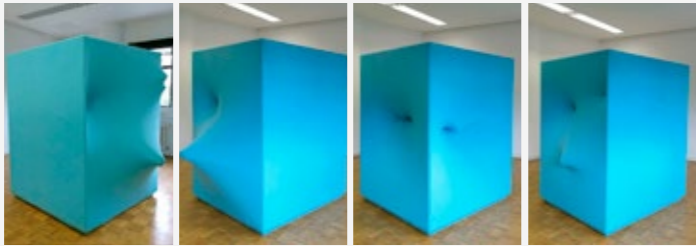
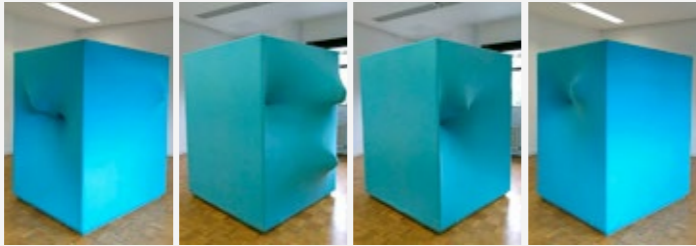

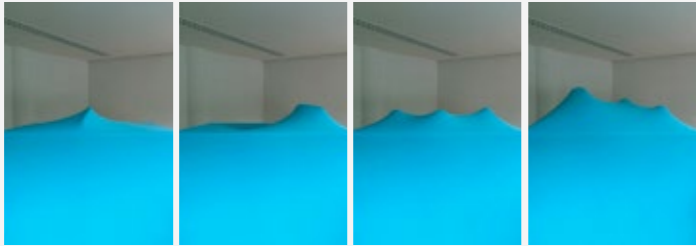


Fig. 3. Reconstrucció de malla

Procés de definició de forma de l'ontologia roba-cos		
	Seqüències coreogràfiques	Qualitats formals
1. Seqüències de punts		Les ballarines, tal com els havia indicat el coreògraf, van empenyer la roba amb els dits, primer només amb un i després amb uns quants. Es podia observar una seqüència de punts en relleu que creava subtils formes geomètriques abstractes.
2. Volums esfèrics		Van utilitzar el cap i els genolls per empenyer la roba i deformar-la. Com que el cap és menys punxegut que els dits, les formes eren més arrodonides i més predominants, perquè ocupaven més superfície.
3. Depressió de superfície i convexa		Els moviments de les mans van deformar la roba cap endins i es van crear volums convexos que van fer que les vores de la interfície destaquessin més. Agafant la roba i estirant-la es van crear diversos nivells de depressió.
4. Formes convexes / còncaves		Combinant el moviment dels caps i els genolls per empenyer la roba i el moviment de les mans que l'agafa i la tiba cap endins es va crear una forta tensió que va donar com a resultat formes més prominents.
5. Superfícies abruptes		Interactuar amb braços i cames va produir les formes més abruptes, ja que la roba estava sota una forta tensió.
6. Contorns llisos		En canvi, la part superior mostrava formes més suaus i permetia percebre la transició en l'alçada des de la superfície plana de la roba fins a la deformada. Per registrar informació de la part superior, la interfície tova es va invertir de manera que se sostingués sobre la seva alçada més baixa.

Taula 1. Procés de definició de forma

Participants	Coreògraf	Ballarina	Autora 1	Autor 2
Temes				
1. La Interfície tova	Mantenint ocult el cos, apareix un organisme nou. És una nova identitat.	Configuració interessant en relació a l'elasticitat del material. Preferència d'interaccions properes perquè permeten crear formes més abstractes.	La seva mida i les seves limitacions van ajudar a ser més concret en les reflexions sobre les exploracions.	Té potencial com a eina de disseny. L'escala augmentada entre l'usuari i el material facilita explorar la forma.
2. Diferències en la forma de treballar	No veure el cos. Sentir que utilitzes un programa de 3D.	No tenir una imatge completa del que s'està creant.	Combinar materials físics i digitals en el procés de disseny permet crear sistemes dinàmics que obren noves possibilitats al disseny a diferents escales.	Una interfície de roba com a eina de modelatge basada en el temps.
3. Aspectes importants per a la pràctica de cada participant	Procés de definició de forma en lloc de coreografia.	Tenir un element extra (interfície tova) com a col·laborador per donar forma al cos.	La combinació d'un plantejament personalitzat de disseny i la lògica computacional proporcionen una resposta immediata als resultats dels prototips que s'estan provant.	Dissenyar en un espai continu i la seva transició d'un estat a un altre.
4. Avaluació dels resultats	Quan la interfície es comença a fer irrecognoscible. La seqüència de punts, la més interessant.	Els moviments individuals són menys importants, la col·laboració es fa fonamental per incidir en l'espai.	La nova entitat que crea l'ontologia roba-cos desdibuixa la noció de roba i estén el seu significat cap a una configuració espacial de les superfícies toves personalitzades.	Encara incipient. El seu valor principal és el potencial que té com a eina de definició de forma a partir d'inputs analògics.
5. L'aspecte col·laboratiu	És interessant perquè convida a pensar d'una manera diferent.	Com a observador, és interessant l'anomaliat de l'exploració, especialment quan totes les ballarines se sincronitzen, ja que fa l'efecte d'una unitat en conjunt en lloc d'una interfície i 3 humans per separat a l'interior.	Un plantejament personalitzat de disseny per mitjà d'una col·laboració crea una experiència compartida que permet reflexionar sobre les relacions cos-material / cos-espai / cos-cos en una fase inicial del procés de disseny en diferents disciplines.	Per a mi, col·laborar amb altres persones aporta noves maneres de treballar i noves estètiques.

Taula 2. Anàlisi del valor d'utilitzar l'arquitectura tova amb un enfocament col·laboratiu i personalitzat

2,20m de teixit elàstic (polièster 82%, licra 18%) pretibada a tota l'estructura (Figura 1).

Les diferències respecte del cas anterior (Castán i Suárez 2017) són les següents: 1) l'ús d'una configuració multi Kinect; 2) centrar-se en una propietat concreta (elasticitat) del material, i 3) el disseny d'un espai tou a mida que actuava com a interfície entre l'àmbit físic (l'experiència corporal) i el digital (les visualitzacions), fet de materials tous i durs, que oferia diferents límits d'elasticitat. Quan els cossos activen la interfície tova i elàstica, a través d'un procés conjunt de creació de forma que plasma l'estructura d'un espai de possibilitat, un sistema que desplega les seves capacitats materials (DeLanda 2015), es genera una nova ontologia teixit-cos. Aquestes capacitats materials són el que hem anomenat qualitats dinàmiques, les qualitats temporals que sorgeixen quan els cossos i la interfície interactuen. La interacció entre les ballarines i la interfície tova i elàstica va donar com a resultat tres qualitats dinàmiques:

- 1) **Transparència:** Com més empenyien les ballarines les parets de la interfície, més veien l'exterior. Així doncs, la materialitat de la interfície elàstica mostra un gradient de transparència que denota la relació entre l'interior i l'exterior i crea interaccions dinàmiques entre els usuaris i l'espai.
- 2) **Adaptabilitat:** Gràcies a la seva elasticitat el material s'adapta a diferents volums i formes i permet realitzar contorns molt definits quan el cos activa la interfície tova. La seva adaptabilitat permet que els usuaris modifiquin l'espai segons les seves necessitats, de manera que quan ho necessiten ocupen molt d'espai mentre que en cas contrari n'utilitzen poc.
- 3) **Tibantor:** La interfície tova actua com un sobre pre-tibat en què els usuaris experimenten la sensació de ser sostinguts per un mur elàstic i tou, i en què fins i tot poden realitzar moviments compensatoris per mitjà de diversos límits d'elasticitat.

El procés conjunt de creació de formes va produir una col·lecció de morfologies. La Taula 1 mostra una selecció de les seqüències coreogràfiques que van dur a terme les ballarines, així com una breu descripció de les expressions de forma resultants. Les ballarines, en diàleg amb el coreògraf, van executar sis seqüències coreogràfiques diferents utilitzant diferents parts dels seus cossos, indicades a la descripció de cadascuna de les expressions de forma: 1. Seqüències de punts. 2. Volums esfèrics. 3. Depressió de superfície i convexa. 4. Formes convexes/còncaves 5. Superfícies abruptes. 6. Contorns llisos.

Les ballarines van començar fent un moviment més localitzat amb els dits, i a continuació, gradualment, van anar incorporant altres parts del cos fins que van aconseguir un impacte més conscient a les parets de la interfície elàstica. Intuïtivament, van començar a ajudar-se entre si per controlar més la deformació de les parets. Tal com mostra la Figura 2, les ballarines van utilitzar el marc rígid per recolzar-s'hi mentre tibaven les parets. Es va col·locar una càmera GoPro dins del cub elàstic i una càmera de vídeo a l'exterior per captar els moviments de les ballarines i documentar les perspectives interior i exterior (Figura 2).

Es van triangular els sensors Kinect per obtenir una captura de 360 graus de les exploracions. Les dades sense processar obtingudes amb les càmeres Kinect es van registrar amb Brekel multi-Kinect i posteriorment es van importar a SideFX Houdini, que va unir les tres malles diferents de cada posició en un únic objecte i va reconstruir la malla combinada. Un cop neta la malla, la geometria d'imatges fixes es va exportar a un arxiu *.obj, que posteriorment es va importar des de Rhino3D per manipular-lo en un entorn Grasshopper.

Les millores en la configuració físicodigital esmentada anteriorment eren una resposta a: la necessitat d'obtenir una quantitat més petita de dades que fossin més exactes, un espai físic amb algunes limitacions (relacionades amb les dimensions i les propietats del material) que permet que els participants siguin més concrets en les seves troballes, i per acabar un diàleg més interessant entre els espais físic i digital, en aquest cas, propiciat per la propietat elàstica del material (una relació matèria-forma). Les dades captades pels sensors Kinect ofereixen diferents perspectives de la interfície tova elàstica, tal com mostra la Figura 3. Processant les dades basades en processos de transformació es produeixen alguns efectes aleatoris, com ara el glitch, que en informàtica fa referència a un mal funcionament d'un programa o una interfície; de vegades aquests errors es manifesten visualment. Parlant de les captures que presentem aquí, es van transformar en formes i deformacions inesperades de la interfície tova i elàstica. Captant les exploracions coreogràfiques amb tres sensors Kinect es crea una malla de dades sense processar. El dissenyador la pot re-construir i pot projectar diferents condicions i diversos criteris per obtenir resultats concrets (Figura 3.)

Les formes que crea l'ontologia teixit-cos tenen algunes qualitats de plasticitat i dinamisme que les fan interessants i potents en relació amb les expressions de disseny, tant en l'àmbit físic com en el digital. Aquesta configuració permet entendre les singularitats d'un espai tou i elàstic així com les seves qualitats expressives com a sistema, com una nova ontologia que genera un procés diferenciat de creació de forma.

El comportament de la interfície tova depèn de la combinació de les propietats del material de què està fet el teixit i de les limitacions que imposa el marc d'alumini, que dona com a resultat una combinació elàstica i estable alhora. Posteriorment, la capacitat d'estirar-se del cos crea un volum que genera una forma concreta, en un esdeveniment temporal que modifica una cara de la interfície, que passa de ser una superfície plana a ser tridimensional. Les dades captades pels sensors Kinect canvien amb el pas del temps, introdueixen un factor 4D que les fa clarament diferents de les dades que genera un cos estàtic, creen un aspecte temporal i generen dades que s'actualitzen constantment. A més, si revisem les dades amb programes de modelatge de processos podem descobrir espais ocults que no són visibles en l'àmbit físic, ja que els sensors Kinect reconstrueixen algunes parts que no són visibles i creen noves possibilitats de configuració espacial. En un context d'arquitectura tova, van sorgir diferents idees d'aplicacions potencials com per exemple la idea d'un espai tou dins d'un espai construït, una paret tova o una finestra tova que pugui mitjançar com a espai

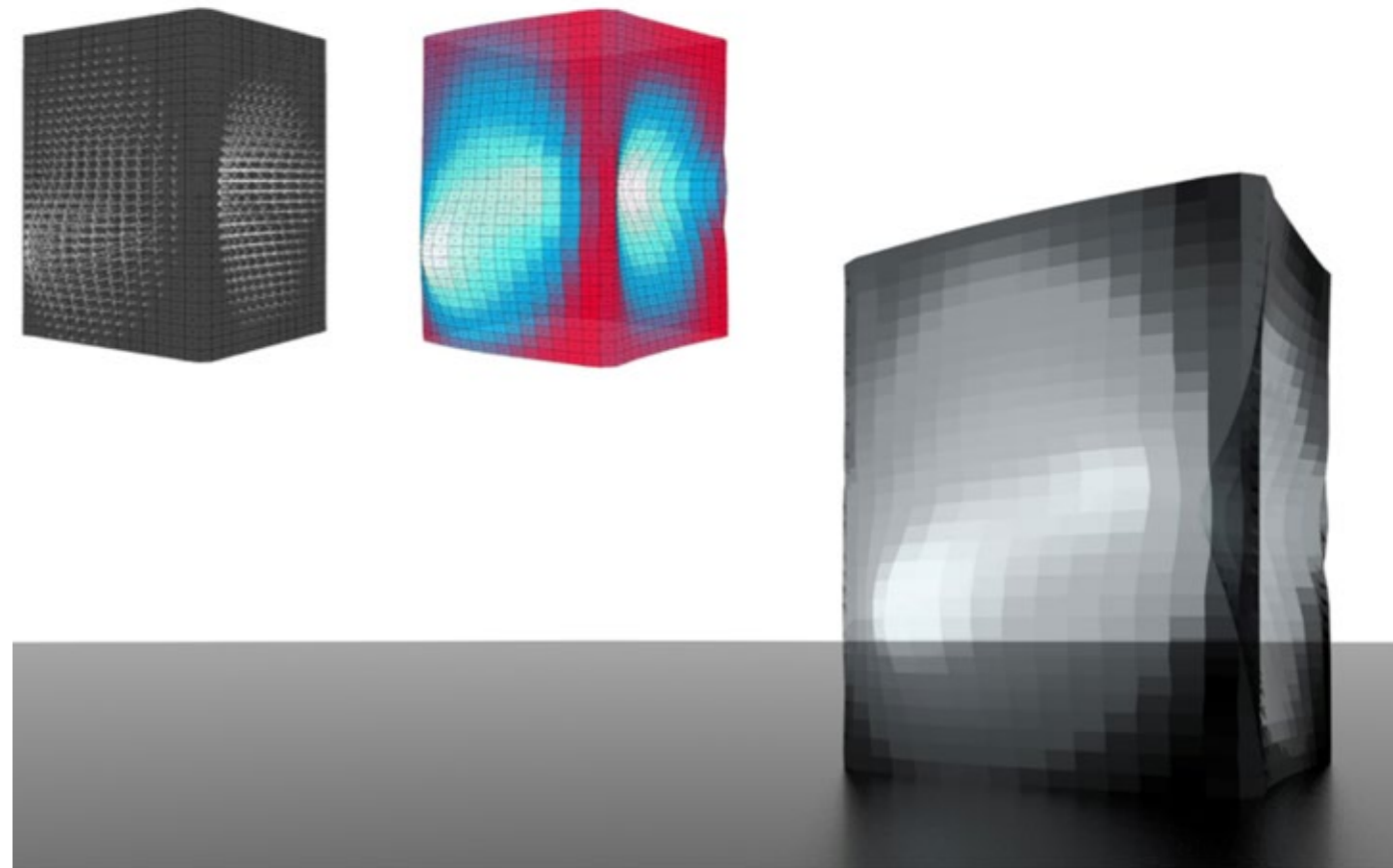


Fig. 4. Interpretació de la transparència

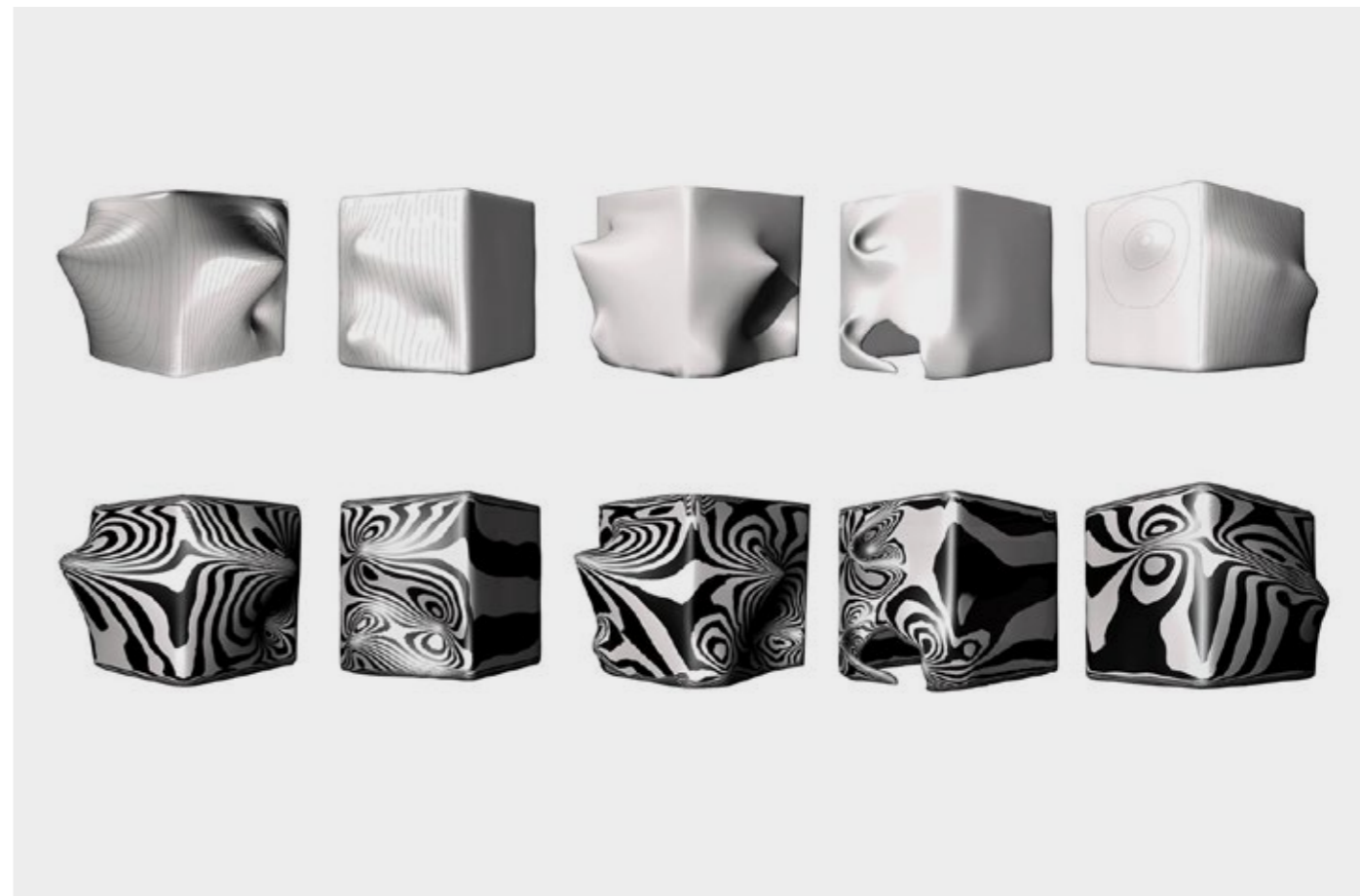


Fig. 5. Imatges que mostren anàlisi de curvatura en superfícies toves utilitzant diagnòstic zebra striping en Rhino3D

intersticial entre la façana i l'interior d'un edifici i modifiqui així les condicions de llum natural i les condicions espacials per mitjà de la interacció amb el teixit i empenyent-lo cap a fora. Es tracta d'un concepte similar a aquell que es veu a l'aeroport marroquí de Guelmim que han construït recentment els arquitectes de Groupe 3. Van envoltar l'edifici amb una malla metàl·lica a tall de pell que formava una façana que filtrava la llum i mitjançava la relació entre l'interior i l'exterior. Els resultats de la nostra interfície elàstica podrien dur a operacions similars. La Figura 4 mostra com la qualitat dinàmica de transparència es tradueix en un mapa amb gradient de color i s'aplica a la malla reconstruïda. Així es creen àrees amb gradacions de transparència que permeten avaluar les distàncies entre els centres de cares d'un estat inicial de la retícula i el centre manipulad.

La Figura 5 mostra algunes de les captures que es van reconstruir amb Grasshopper i es van visualitzar en Rhino3D, que ressegueixen les curvatures de la superfície tova. La Figura 5 mostra un vocabulari de formes toves que amplia la possibilitat de disseny i ofereix la visualització d'un escenari urbà especulatiu en què algunes parts de la pell d'un edifici es podrien comportar de forma tova i elàstica.

5

ANÀLISI DEL VALOR DE DISSENYAR ARQUITECTURA TOVA PER MITJÀ D'INTERACCIONS PERSONIFICADES I TECNOLOGIA DE CAPTURA DEL MOVIMENT

Per determinar el valor de la col·laboració, es va utilitzar un procés de codificació oberta utilitzat en la Teoria Fonamentada (Flynn i Korcuska 2018) que permet analitzar i identificar punts en comú comparant la informació aportada per tots els participants.

Els dos autors, el coreògraf i una ballarina van respondre un breu qüestionari per extraure els aspectes més interessants de la col·laboració. El qüestionari girava al voltant de cinc temes: 1) El disseny de la interfície tova. 2) Diferències en la forma de treballar. 3) Aspectes importants per a la pràctica de cada participant. 4) Avaluació de resultats. 5) L'aspecte col·laboratiu.

1. La interfície tova

Què en penseu, de la interfície tova?

Per al coreògraf, aquesta exploració connecta amb la seva idea de dansa arquitectònica, ja que és una manera molt arquitectònica de compondre amb el cos. "Mantenint ocults els cossos, apareix un organisme complet, és una nova identitat". Les ballarines i la interfície tova definien un nou cos, creaven arquitectures de moviment en l'espai.

El muntatge va ser interessant per a la ballarina, que va gaudir interactuant amb les propietats elàstiques del material. Va preferir les interaccions que es produeixen a prop entre si: "Vaig sentir que podíem crear més formes que eren més abstractes". Segons la seva opinió, les dimensions de la interfície determinaven fins a quin punt les ballarines podien modificar-ne la forma.

Segons l'Autora 1 les dimensions i la forma de la interfície tova van ajudar a centrar l'objectiu de la investigació i, per tant, van permetre més especificitat en els resultats i les troballes. "La idea de centrar-se en un espai a mida com un mòdul facilita el procés d'especular digitalment sobre una aplicació més complexa agrupant diferents qualitats formals i reproduint-les proporcionalment segons convingui". Si ens plantejem com podria millorar la interfície, augmentant el nombre d'interfícies toves i de ballarins es podrien crear configuracions espacials més complexes.

L'Autor 2 veu potencial en la interfície tova com a eina de disseny: "en aquesta escala relacional augmentada entre l'usuari i el material és més fàcil explorar i esculpir la forma mentre experimentes en primera persona el comportament del material".

2. Diferències en la forma de treballar

Què trobeu diferent respecte de la vostra manera habitual de treballar?

Segons el coreògraf, el moviment responia bàsicament a la interfície tova mentre intentava aconseguir el que tenia al cap, però la interfície es va comportar d'una manera força diferent respecte del que esperava, de manera que va decidir improvisar fiant-se del que sorgís en cada moment. Durant les exploracions va sentir que "les ballarines i la interfície definien un nou cos que crea arquitectura de moviments en l'espai". Segons la seva opinió, dins de la interfície es va crear una màquina invisible amb diferents elements que treballen conjuntament i que només va mostrar mínims detalls de forma que eren purs i nítids.

La ballarina va dir que seguien les indicacions que els donava el coreògraf, depenent de si els moviments eren visualment interessants. També va dir que no podia entendre el resultat dels moviments realitzats perquè era un acte col·lectiu. "Vaig sentir que la interfície era l'interpret i nosaltres érem el titellaire o el manipulador".

Per a l'Autora 1 la temporalitat de la naturalesa físicodigital del conjunt va ser l'aspecte a què estava menys acostumada. En aquest sentit, l'acte de "combinar materials físics i digitals en el procés de disseny permet crear sistemes dinàmics que obren noves possibilitats al disseny a diferents escales".

Per a l'Autor 2 va ser interessant utilitzar teixit com a eina de modelatge 3D, que es podria comparar amb les eines informàtiques, i veure les diferències que hi havia entre les dues. També va tenir la sensació que "és una eina de modelatge que es basa en el temps i que inclou moltes solucions potencials en un mateix model, a diferència dels models habituals, que només suporten alguns estats de forma".

Quant al conjunt d'eines digitals, creu que amb més sensors es podria obtenir una forma completa sense haver de reconstruir la malla que s'obté.

3. Aspectes importants per a la pràctica de cada participant

Què us va semblar interessant/útil des del vostre punt de vista?

Per al coreògraf va ser un repte crear moviment amb les limitacions de la interfície tova, ja que no podia veure

el cos de la ballarina: "Ja no penses en el ball. Em sentia com si estigués utilitzant un programa de 3D". Tanmateix, li va semblar motivador perquè podia abordar la coreografia des d'un punt de vista diferent.

Per a la ballarina, la interfície actuava a tall d'escut. "Ja no estava a la vista, així que els meus moviments o la meva aparença ja no tenien tanta importància". Per tenir un impacte més gran en la superfície de la interfície, van començar a ajudar-se entre si de manera intuïtiva fent de contrapès.

El més interessant per a l'Autora 1 va ser que treballar amb tecnologia de captura de moviments oferia una amplíssima varietat de possibilitats pel que fa a especulacions i visualitzacions digitals que ofereix aquesta manera de treballar. "Tant el plantejament personificat de disseny com la tecnologia de captura de moviments proporcionen una resposta immediata als resultats dels prototips que s'estan provant".

L'Autor 2 veu el potencial a "dissenyar un espai continu i tenir l'oportunitat d'explorar a l'ordinador no només les formes interessants sinó també les transicions d'un estat a un altre".

4. Avaluació dels resultats

Quina opinió teniu sobre els resultats de l'exploració?

El coreògraf va considerar especialment interessant el fet que "la interfície queda irrecognoscible quan les ballarines en deformen les cantonades" i que afegint més ballarines tota la interfície podria quedar desdibuixada. Per a ell, les seqüències de punts eren altament interessants i elegants.

Per a la ballarina l'anonimat de l'exploració va ser molt interessant: veure aparèixer i desaparèixer formes sense saber qui o què eren, per exemple, caps que entraven i sortien de la interfície. Segons la seva opinió, els patrons que van generar els moviments sincronitzats dels dits de cada ballarina va ser el més interessant, ja que "sembla que la interfície és un objecte i no tres humans independents a l'interior".

L'Autora 1 creu que tant els resultats físics com els digitals són destacables en el sentit que funcionen com una hipòtesi física per reflexionar sobre la relació entre el cos i els espais quant a l'experiència i sobre la relació entre la forma i la matèria. Des del punt de vista del disseny tèxtil, "la imatge de diversos cossos interactuant dins d'un espai elàstic desdibuixa la idea de roba, i estén el seu significat a una configuració espacial de cossos i superfícies toves en què una es converteix en l'altra, i es fan inseparables".

L'Autor 2 creu que encara estan en una fase inicial, però que la gran varietat de paràmetres que es poden modificar segons la tasca de disseny permet oferir moltes possibilitats. Entre les possibles traduccions en l'àmbit de l'arquitectura hi ha l'aplicació estructural d'un determinat material, les seves qualitats o altres propietats demostrades. "El principal valor d'aquest conjunt d'eines és actuar com a procés de generació de forma o de definició de forma similar a una mena d'eina de modelatge explícit, però en aquest cas, amb la mediació d'inputs analògics".

5. L'aspecte col·laboratiu

Què en penseu, de l'aspecte col·laboratiu del projecte?

El coreògraf opina que la col·laboració és una "invitació a pensar diferent, per exemple, a imaginar segons instruccions corporals una paret amb una estètica molt interessant. Pots arribar a la conclusió que tens una paret amb punts". La ballarina va destacar que "treballar amb una interfície que manipula la forma del cos" va ser interessant per a ella, ja que la dansa està molt relacionada amb la forma del cos. També va dir que l'aspecte col·laboratiu va modificar la seva percepció de l'espai, ja que va guanyar rellevància quan va ser definit per la interfície.

L'Autora 1 considera que l'aspecte col·laboratiu és fonamental per unir dues disciplines, i que en el cas que s'analitza en aquest estudi, "l'aspecte col·laboratiu no es converteix només en un procés de generació conjunta de forma entre diversos actors, sinó també en el material".

L'Autor 2 aprecia un valor en la col·laboració amb altres disciplines perquè "diferents perspectives i maneres de treballar convergeixen en una motivació d'investigació i ajuden a crear noves maneres de treballar i noves estètiques".

L'apartat següent mostra una breu anàlisi de les principals troballes realitzades a partir de la resposta dels participants. La Taula 2 mostra una imatge més exacta de la resposta de cada participant per comparar i identificar els punts en comú de cada tema.

Es van detectar els següents punts en comú:

- Tant el coreògraf com la ballarina van considerar que no veure el cos/l'exterior va ser tot un desafiament, perquè la seva interacció necessitava la mediació de la interfície tova (Tema 2). Des del punt de vista del coreògraf i la ballarina, no veure's entre ells mentre actuaven els va obligar a trobar altres maneres de comunicar-se a través d'un element extern (interfície tova) que alhora definia la manera d'interactuar de les ballarines entre elles.
- El coreògraf (Tema 1), la ballarina (Tema 5) i l'Autora 1 (Tema 4) van coincidir a opinar que quan la interfície tova interactuava amb els cossos es convertia en una entitat totalment nova.

Mentre que el coreògraf i la ballarina van definir aquesta nova identitat relacionant-s'hi per mitjà del cos i el moviment, l'Autora 1 va afirmar que com que la veia com una extensió del teixit, un estat transitori entre el teixit i l'arquitectura crea una nova tecnologia.

- El coreògraf (Temes 2 i 3) i l'Autor 2 (Temes 1 i 2) van estar d'acord en el potencial de la interfície tova com a procés de definició de forma d'un cos.

Curiosament, tant el coreògraf com l'Autor 2 van veure les interaccions entre la interfície tova i les ballarines com una eina de modelatge 3D.

- Per a l'Autora 1 (Tema 2) i l'Autor 2 (Temes 2 i 3) les particularitats de la configuració físicodigital són especialment rellevants perquè són una eina que obre noves possibilitats de disseny.

Per a l'Autora 1 la configuració física i digital aporta un nou espai de disseny per explorar la materialitat de les robes a diferents escales.

e) Tots els participants van pensar que treballar transversalment amb diferents disciplines és enriquidor, ja que aporta noves maneres de plantejar la pràctica de cadascun, i també mostra nous mètodes i noves estètiques (Tema 5 i Tema 3, ballarina).

6

MORFOLOGIES COREOGRAFIADES: CAP A UN MÈTODE HÍBRID PER A L'ARQUITECTURA TOVA

Aquesta investigació es va fer per explorar altres maneres de dissenyar arquitectura tova a partir d'experiències amb els materials per mitjà d'interaccions personificades i tecnologia de captura del moviment. Si observem els mètodes existents que s'han utilitzat en el disseny arquitectònic basats en la configuració físicodigital, veiem que la majoria utilitzen el cos com una interfície per produir una forma o experiències espacials interactives, sovint utilitzant materials estàtics i rígids. Així doncs, no consideren l'ús de material tou i elàstic per mitjà d'interaccions personificades com un sistema capaç d'informar el disseny de l'espai. Per tant, tenen un coneixement sobre l'experiència espacial d'un espai tou una mica limitat. A través d'un cas d'estudi, aquesta investigació ha demostrat que abordar l'arquitectura tova des d'un punt de vista personificat contribueix a augmentar el coneixement del material i de l'espai a diferents nivells (cos-material, material-espai i cos-cos) en diferents disciplines per mitjà d'un procés col·laboratiu que utilitza l'experiència de ballarines, dissenyadors tèxtils i arquitectes. La propietat del material que explora aquesta investigació és l'elasticitat. Els resultats mostren que quan ens enfrontem a una propietat en una experiència espacial directa, es revela la seva materialitat en el moment en què el teixit canvia el seu estat de relativa relaxació (pre-tibada) a la seva tensió màxima provocada pel cos, i així es crea un espai. Aquesta trobada permet crear significat a partir del valor de les qualitats dinàmiques de l'ontologia teixit-cos en relació amb l'experiència espacial (interior) i amb les expressions de forma de manera molt immediata. Així facilita processos d'especulació i generació d'idees, ja que permet reflexionar immediatament sobre potencials aplicacions per a l'arquitectura. Les principals troballes dels autors són les següents:

- 1) L'enfocament combinat de coreografia i tecnologia de captura de moviments dona lloc a un procés conjunt de creació de formes en què l'espai adquireix forma gràcies a l'experiència directa amb el material, tant en l'àmbit físic com en el digital.
- 2) L'ús d'un mètode físicodigital proporciona un conjunt de morfologies físiques i digitals (el procés de definició de forma) que permet explorar un nou vocabulari de formes toves.
- 3) L'ús d'un plantejament personificat dona l'oportunitat de captar les qualitats dinàmiques i espacials de les interaccions cos-material. Permet comprendre immediatament la materialitat del teixit en relació amb la creació de forma (interior-exterior) i

la relació amb altres que comparteixen el mateix espai (procés de creació de significat).

4) Treballar de manera col·laborativa permet incorporar noves perspectives d'altres camps d'investigació. En el cas que presenta aquest estudi, treballar amb ballarines com a expertes en moviment del cos va ajudar a generar resultats més exactes de les expressions de formes així com impressions d'experiències de primera mà (possibles futurs usuaris).

Les morfologies coreografiades volien oferir un nou mètode per dissenyar arquitectura tova tornant a connectar el cos amb l'espai per mitjà d'una experiència personificada. Encara que els resultats del mètode que presenta aquest estudi no són definitius, mostren que pot arribar a ser una manera d'obrir nous processos de disseny i noves maneres d'interactuar en un espai tou. Dona una nova perspectiva de com es poden utilitzar les qualitats dinàmiques d'un material tou i elàstic per informar les primeres etapes d'un procés de disseny arquitectònic. Així, l'espai resultant també incideix en la manera d'interactuar dels usuaris dins de l'espai i amb altres. Els permetria tenir una experiència espacial més personalitzada, ja que podrien modificar parts de les parets, les finestres, les façanes o altres elements arquitectònics segons les seves necessitats o motivacions.

Involucrar més participants, així com utilitzar sistemes de materials durs i tous més grans, faria possible que el projecte cresqués i generés més interaccions cos-material tant en l'àmbit físic com en el digital. Incloure arquitectes, ballarins, experts en disseny d'interaccions personificades, dissenyadors tèxtils i usuaris en el procés de disseny permetria dissenyar l'arquitectura tova amb unes bases més sòlides i obriria un procés compartit de disseny d'arquitectura tova.

AGRAÏMENTS

Volem agrair el suport que han donat a la investigació d'aquest projecte l'empresa Salvatore Siciliano, el Dr. Oscar Tomico d'Elisava Escola Universitària de Disseny i Enginyeria de Barcelona, el Dr. Norbert Palz de la Universitat de les Arts de Berlín, la Dra. Delia Dumitrescu de l'Escola Universitària Tèxtil Sueca de la Universitat de Borås, i la professora Clare Johnston del Royal College of Art. Aquesta feina ha comptat amb la beca núm. 642328, ArclnTexETN del programa de beques d'investigació Marie Curie, Horizon 2020.

ACCÉS OBERT

Aquest cas d'estudi es distribueix segons el que s'ha estipulat a la Llicència de Reconeixement 4.0 Internacional de Creative Commons (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), que en permet l'ús, la distribució i la reproducció sense restriccions i per qualsevol mitjà, sempre que indiqui pertinentment l'autoria i la font, que adjunti un enllaç a la llicència Creative Commons, i que indiqui si s'hi han introduït canvis.

REFERÈNCIES

Agkathidis, A., A. Alexopoulou, S. Lada, R. Lecatsa, G. Papakostas, G. Schillig i S. Vyzoviti. 2010. *Performative Geometries Transforming Textile Techniques*, editat per Asterios Agkathidis i Gabi Schillig. Amsterdam: BIS Publishers.

Ahlquist, S., i A. Menges. 2011. "Computational Design Thinking." Dins *Computational Design Thinking (AD Reader)*, editat per S. Ahlquist i A. Menges. Chichester: John Wiley and Sons.

Brownell, Blaine. 2006. *Transmaterial: A Catalog of Materials That Redefine Our Physical Environment*. New York, NY: Princeton Architectural Press. doi:10.1007/1-56898-655-6.

Castán, Marina, i Daniel Suárez. 2017. "Textile Choreographies: Bridging Physical and Digital Domains in the Context of Architectural Design." Dins *International Conference 2017 of the Design Research Society Special Interest Group on Experiential Knowledge (EKSIG)*, editat per Elvin Karana, Elisa Giaccardi,

Nithikul Nimkulrat, Kristina Niedderer i Serena Camere. Delft: TU Delft Open. DeLanda, Manuel. 2015. "The New Materiality." *Architectural Design* 85(5): 16-21. doi:10.1002/ad.1948.

Dourish, P. 1999. *Where The Action Is: The Foundations of Embodied Interaction*. Cambridge, Massachusetts: MIT Press.

Flynn, Stephen V., i James S. Korcuska. 2018. "Grounded Theory Research Design: An Investigation into Practices and Procedures." *Counseling Outcome Research and Evaluation*, January, 1-15. doi:10.1080/21501378.2017.1403849.

Hirschberg, Urs, Allen Sayegh, Martin Frühwirth i Stefan Zedlacher. 2006. "3D Motion Tracking in Architecture. Turning Movement into Form - Emerging Uses of a New Technology." Dins *Communicating Space(s): 24th ECAADe Conference Proceedings*, editat per Vassilis Bourdakis i Dimitris Charitos. Volos, Greece: University of Thessaly.

Ingold, Tim. 2010. "Bringing Things to Life: Creative Entanglements in a World of Materials." *World* 44 (July): 1-25.

Kato, Syuko, i Ruairi Glynn. 2017. "Fabricating Performance: Reciprocal Constructs of Dance Notation". *Nexus Network Journal* 20: 41-57. doi:10.1007/s00004-017-0353-9.

Landin, Hanna. 2005. "Fragile and Magical: Materiality of Computational Technology As Design Material." Dins *Proceedings of the 4th Decennial Conference on Critical Computing: Between Sense and Sensibility*, CC '05 117-20. New York, NY, USA: ACM. doi:10.1145/1094562.1094578.

Loke, Lian, i Toni Robertson. 2011. "The Lived Body in Design: Mapping the Terrain." Dins *Proceedings of the 23rd Australian Computer-Human Interaction Conference on - OzCHI '11*, 181-84. Adelaide, Australia, USA: ACM. doi:10.1145/2071536.2071565.

Löwgren, J., i E. Stolterman. 2004. *Thoughtful Interaction Design: A Design Perspective on Information Technology*. Cambridge, Massachusetts: MIT Press.

Menges, Achim. n.d. "Design Research Agenda." Consulta 22 de febrer, 2018. <http://www.achimengens.net/?p=4897>.

Pacher, Matteo. 2014. "Enacting Space." Thesis project, Bauhaus University, Weimar. Consulta 9 de març, 2018. <https://www.uni-weimar.de/en/architecture-and-urbanism/chairs/dual-masters-degree/student-works/thesis-projects/enacting-space-i-matteo-pacher/>.

Salazar Sutil, Nicolas. 2015. *Motion and Representation: The Language of Human Movement*. Cambridge, Massachusetts: MIT Press.

Vallgård, Anna. 2014. "Giving Form to Computational Things: Developing a Practice of Interaction Design." *Personal and Ubiquitous Computing* 18 (3): 577-592 doi:10.1007/s00779-013-0685-8.

Vallgård, Anna, i Johan Redström. 2007. "Computational Composites." Dins *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, San Jose, California, 28 Abril - 3 Maig, 513-22. New York, NY: ACM. doi:10.1145/1240624.1240706.

Vallgård, Anna, i Tomas Sokolar. 2010. "Material Computing: Computing Materials." Dins *Proceedings of the 12th ACM International Conference Adjunct Papers on Ubiquitous Computing - Adjunct*, 383-84. New York, NY: ACM. doi:10.1145/1864431.1864447.

Varna, Chryssa. 2013. "Improvisational Choreography as a Design Language for Spatial Interaction." Dins *Fascinate Conference 2013*, Falmouth, UK, 30 agost. Cornwall: Fascinate Conference.

Wiberg, Mikael, i Erica Robles. 2010. "Computational Compositions: Aesthetics, Materials, and Interaction Design." *International Journal of Design* 4 (2): 65-76.

Wilde, Danielle, Anna Vallgård, i Oscar Tomico. 2017. "Embodied Design Ideation Methods: Analysing the Power of Estrangement." Dins *Proceedings of the 2017 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. New York NY: ACM Press. doi:10.1145/3025453.3025873.

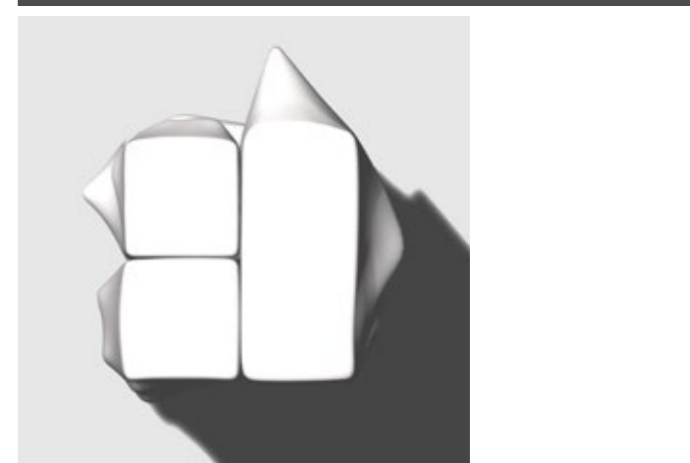


Fig. 6. Vocabulari de formes toves