



UNIVERSITA' DEGLI STUDI di NAPOLI "FEDERICO II"  
FACOLTA' di ARCHITETTURA  
DIPARTIMENTO di CONFIGURAZIONE E ATTUAZIONE DELL'ARCHITETTURA

Dottorato di Ricerca in

Rilievo e Rappresentazione dell'Architettura e dell'Ambiente

XXI Ciclo

Coordinatore: Prof. Arch. Mariella Dell'Aquila

Settore Scientifico Disciplinare: ICAR/17

Punto Linea Superficie Movimento  
I padiglioni mobili di Santiago Calatrava

Dottoranda  
Carmela Acanfora

Docenti Tutor  
Ricardo Florio  
Alessandra Pagliano

## INDICE

Premessa

### CAPITOLO I

#### **Punto**

- 1.1 La formazione di Santiago Calatrava
- 1.2 L'eredità degli ingegneri e degli artisti

### CAPITOLO II

#### **Linea**

- 2.1 L'influenza delle avanguardie artistiche del Novecento
- 2.2 Il disegno: "osservazione, scoperta... invenzione e creazione"
- 2.3 Le sculture di Calatrava: preludio architettonico
- 2.4 La libertà figurativa nelle opere di Santiago Calatrava

### CAPITOLO III

#### **Superficie**

- 3.1 Analogia formale e analisi
- 3.2 La geometria descrittiva come strumento analitico della progettazione
- 3.3 Dalla semplicità dell'elemento alla complessità dell'insieme
- 3.4 La persistenza del segno: l'uso ricorrente delle medesime superfici geometriche
- 3.5 Il teorema di Apollonio

### CAPITOLO IV

#### **Movimento**

- 4.1 Il dialogo tra architettura e ingegneria
- 4.2 Calatrava tra Futurismo, Cubismo e Surrealismo
- 4.3 Frammenti di un nuovo paesaggio
- 4.4 Il Padiglione Swissbau
- 4.5 Il Padiglione del Kuwait
- 4.6 Il padiglione CH-91

Conclusioni

### APPENDICE

Bibliografia

## Premessa

Per affrontare e comprendere il linguaggio dell'opera di Calatrava si vogliono analizzare due casi studio appartenenti alla medesima tipologia architettonica, del padiglione, ed in particolare:

- Padiglione CH-91 (1989) –
- Padiglione del Kuwait (1991-92)

La complessità dell'opera di Calatrava è tale che persino la critica specializzata fa difficoltà a classificarla, ad etichettarla, ad inserirla all'interno di un filone ben definito, come si fa abitualmente. I motivi vanno certamente ricercati nell'incessante dialogo tra **arte e tecnica**, tra **architettura e ingegneria**, tra **espressione e costruzione**, che ricorre nelle creazioni del maestro catalano. Egli ha infatti avuto una formazione triplice: da artista, da architetto e da ingegnere. Dunque le parole chiave che ci consentono di comprendere il linguaggio di Calatrava sono:

**Libertà figurativa**      (*approccio artistico*)

**Geometria**              (*approccio architettonico*)

**Movimento**            (*approccio ingegneristico*)

La tesi è articolata in quattro capitoli: **Punto, Linea, Superficie, Movimento**, titolo che trae ispirazione dal testo di Wassily Kandinsky, PUNTO LINEA SUPERFICIE (titolo originale: Punkt und Linie zu Fläche) testo capitale e rinnovatore per la teoria dell'arte e non solo. Ciò che oggi colpisce nel libro è innanzitutto l'abbozzo di una metafisica della forma: per Kandinsky la forma, in ogni sua specie, naturale o artificiale, è manifestazione significativa di una realtà, è tensione di forze, e solo in rapporto al suo sottofondo invisibile può essere compresa. E' chiaro che con ciò viene abbandonato il recinto dell'estetica: si entra invece in un regno diverso, dove ogni forma diventa un essere vivente. Kandinsky ci insegna ad "ascoltare" la forma, come mai prima nessuno prima di lui, e il suo insegnamento ci mette in un nuovo rapporto con l'opera d'arte, ci apre una possibilità di esplorazione, che è, come scriveva egli stesso, "la

possibilità di entrare nell'opera, diventare attivi in essa e vivere il suo pulsare con tutti i sensi".<sup>1</sup>

Questi concetti hanno ispirato lo studio delle opere di Calatrava poiché, come Kandinsky, anche il maestro catalano, considera la forma "*manifestazione significativa di una realtà, essa è tensione di forze*" e può essere compresa solo se viene svelato il suo significato invisibile, ossia la sua natura geometrica e/o il suo trasformarsi con il variare del tempo.

Anche per Calatrava, la forma va "ascoltata", indagata, e la sua esperienza ci pone in un nuovo rapporto con l'opera architettonica (che è, nel nostro caso, anche opera d'arte) e, a maggior ragione se la forma architettonica è *forma in movimento*, si può vivere il suo pulsare, il suo "essere creatura vivente" con tutti i sensi di cui siamo dotati.

Di seguito riassumiamo i concetti elaborati nella tesi.

*Libertà figurativa.* Alla base della progettazione architettonica di Santiago Calatrava c'è sempre un approccio artistico, che non si esaurisce solo nei suoi disegni ma va ben oltre: prima di giungere alla soluzione architettonica, tra la fase del disegno e la fase dell'architettura, vi è spesso una fase intermedia che è quella della scultura.

Il suo approccio artistico emerge, in maniera evidente, anche in funzione al rapporto che egli ha con gli artisti d'avanguardia figurativa e con il loro nuovo modo di porsi di fronte all'arte.

*Geometria.* Egli l'adotta per reinventare forme anatomiche e movimenti fisiologici. L'anatomia ispira la forma, Calatrava la reinterpreta criticamente attraverso geometrie semplici ottenendo risultati ancora più interessanti rispetto a coloro che della natura mimeticamente ripropongono le forme.

*Movimento.* I Padiglioni mobili. Movimento e tempo.

L'edificio non è più un elemento fisso ma un elemento che assume configurazioni diverse, che mutano nel tempo al variare delle esigenze e delle utilizzazioni dei suoi spazi. I riferimenti al mondo naturale, agli alberi, ai fiori, o agli

scheletri degli animali, non sono quindi il frutto di una semplice analogia formale. Nel mondo naturale il movimento , lento o veloce, è la regola; è un mondo di equilibri instabili, sempre mutevoli. I padiglioni mobili hanno sempre un ancoraggio forte al terreno, una base “possente”, ma soprattutto fissa, per cui, forse più che “edifici” le opere di Calatrava vanno considerate frammenti di un nuovo paesaggio.<sup>2</sup>

*Note*

1. Max Billy, introduzione al testo di W. Kandinsky, *PUNTO LINEA SUPERFICIE*, Adelphi Edizioni, Milano, 1968.
2. Mirko Zanini (a cura di), *Santiago Calatrava. Libro Segreto*, Federico Motta Editore, Milano, 1995.

## **CAPITOLO I**

### **Punto**

#### **1.1 La formazione di Santiago Calatrava**

Ad una vicenda professionale fuori dal comune, corrisponde una formazione del tutto particolare. Nato a Benimamet (Valencia) nel 1951, a otto anni venne iscritto alla Scuola di Arti e Mestieri di Valencia per studiare disegno e pittura. A tredici anni la madre lo mandò a Parigi, per ampliare i suoi orizzonti, con un programma di scambio fra studenti: lo scopo dichiarato era quello di studiare francese, ma lei desiderava che vedesse di persona le grandi opere d'arte. Quattro anni dopo si recò a Zurigo per imparare il tedesco. Nel giugno del 1968, terminato il liceo, tornò a Parigi per iscriversi alla Ecole des Beaux Arts, ma si trovò in piena rivoluzione studentesca: le università erano tutte chiuse ed egli per non perdere tempo tornò a Valencia per iscriversi all'Accademia d'Arte che, però, frequentò solo fino alla fine dell'anno accademico: le sue intenzioni erano quelle di studiare architettura. Dunque dopo aver frequentato brevemente, l'Accademia d'Arte, Calatrava si è laureato in Architettura nel 1974 a Valencia, ove ha conseguito anche il diploma post-laurea in urbanistica. Trasferitosi a Zurigo, ha studiato ingegneria presso l'Eth, il famoso politecnico svizzero, laureandosi nel 1979; in seguito vi si è anche specializzato, con la tesi di dottorato Zur *Faltbarkeit von Fachwerken*, sulla piegabilità delle strutture, nel 1981; uno studio seminale per intendere l'orientamento e lo sviluppo delle sue idee.

Un severo e plurale corso di studi decennale, dunque, sorretto e spinto dalla necessità di approfondire una vocazione scientifica per la costruzione di strumenti adeguati, su più versanti.

In tempi in cui più di un architetto famoso non esita a proclamarsi autodidatta, la formazione di Calatrava è, al contrario, brillantemente accademica. Parla spagnolo,

inglese, francese e tedesco quasi con la stessa scioltezza; valica le barriere tra l'arte, l'architettura e l'ingegneria.

Come già accennato, nel 1979, dopo la laurea Calatrava cominciò subito a lavorare come assistente all'Istituto di statica degli edifici, costruzione e aerodinamica e costruzioni leggere, cominciando nel contempo a preparare la tesi di dottorato: *Sulla piegabilità delle strutture*. Osservando l'abbondanza di simboli matematici e gli elaborati modelli fisici astratti contenuti nella tesi, ci si chiede come mai una persona con simili capacità creative nel progettare con la stessa facilità edifici, ponti, mobili e sculture, abbia potuto imporsi un così rigoroso lavoro intellettuale. Da dove nasce la necessità di dedicare un periodo così decisivo della sua vita ai calcoli e ai congegni meccanici? Come mai ha ritardato il suo impegno nella progettazione, era forse insicuro delle sue capacità di immaginazione?

Secondo questa visione, un po' romantica, il design creativo è il risultato della sola ispirazione, è il prodotto di un'azione spontanea, per la quale non serve preparazione e quindi ricerca analitica.

Ma per Calatrava non è così, anzi è proprio il contrario: con la sua tesi egli stava costruendo delle solide basi per sostenere e migliorare la creazione di futuri progetti. La tesi spiega in parte la facilità e la libertà con le quali, negli anni successivi, avrebbe creato nuovi manufatti, e gettato una luce sull'importanza della ricerca analitica nel design creativo.<sup>1</sup>

Lo scopo della tesi, lo studio di strutture spaziali che potessero muoversi, implicava lo studio dei vincoli che consentivano loro di aprirsi, di stendersi fino a diventare piatte, di formare cupole ad ombrello, di piegarsi e di chiudersi fino a diventare un'asta compatta. Si trattava di un problema poco familiare alla maggior parte degli architetti che, tradizionalmente, si occupavano di strutture stabili e immobili.

## 1.2 L'eredità degli ingegneri e degli artisti

Calatrava appartiene all'importante patrimonio dell'ingegneria del XX secolo, come i grandi esponenti della precedente generazione – Robert Maillart, Pier Luigi Nervi, Eduardo Torroja e Felix Candela. Per questi ingegneri la struttura nasce dall'equilibrio tra il criterio scientifico dell'efficienza e l'introduzione di nuove forme. Calatrava ritiene l'ingegneria "l'arte del possibile". Il primo degli ingegneri sopra citati, Robert Maillart (1872-1940), ha creato alcuni dei più spettacolari ponti moderni utilizzando in modo innovativo il cemento armato. Maillart è stato uno dei primi ingegneri del nostro secolo a rompere totalmente con la costruzione in muratura e ad applicare alla struttura in cemento armato una soluzione tecnicamente appropriata ed elegante.

Il lavoro di Calatrava è stato senza dubbio influenzato anche da quello di Felix Candela che, nato a Madrid nel 1910, emigrò nel 1939 in Messico, dove realizzò una serie di edifici con leggerissime coperture in cemento armato.

Un altro spagnolo, l'ingegnere madrileno Eduardo Torroja (1900-1961), era affascinato dalle forme organiche o vegetali, la cui innegabile presenza scultorea non è forse estranea all'ascendente di Gaudì.<sup>2</sup> Come sottolinea Matilda McQuaid, sebbene Calatrava operi a Zurigo, molti suoi riferimenti si collegano ad architetti e artisti spagnoli e più specificamente catalani; afferma Calatrava: " si può dire che quello che noi facciamo è la naturale continuazione del lavoro di Gaudì e di Gonzales, un lavoro di artigiani che si evolve verso l'arte astratta".<sup>3</sup>

L'architettura di Santiago Calatrava sfugge alle classificazioni cui i critici usualmente fanno ricorso. Ciò è dovuto al fatto che egli ha portato la forma e la struttura, il disegno e il calcolo, ad una condizione di osmosi tale che l'eloquenza delle sue costruzioni risulta spesso fraintesa per eccesso di ricchezza. Poiché sono organismi compiuti, le costruzioni di Calatrava presuppongono il necessario implicarsi delle parti che li compongono; nulla, nelle sue più

riuscite realizzazioni, ha senso se non in quanto anello di una catena, la cui origine concettuale è sempre rappresentata da un'intuizione di ordine formale.

La forma-struttura di Calatrava rappresenta la matura evoluzione dello strutturismo costruttivo di Torroja e dalle audaci – e per certi aspetti – irrisolte sperimentazioni di Felix Candela.

I procedimenti che l'architetto spagnolo predilige si muovono in senso contrario a quello del pensiero meccanico-deduttivo, poiché è dalla forma che il calcolo deriva la sua necessità. Le opere di Calatrava rifuggono l'esibizione tecnologica e non sono accondiscendenti nei confronti del supposto primato della struttura. Non sono le analogie che si notano tra i diversi sistemi strutturali sperimentati dall'architetto spagnolo ad individuare le "famiglie" all'interno delle quali le sue costruzioni possono essere raggruppate, quanto le scelte tipologiche, soprattutto formali di volta in volta compiute.

Nel suo DNA compositivo, strutturale e linguistico, certamente si rintracciano i codici genetici di Pier Luigi Nervi, Buckminster Fuller, Mollino, tutta la grande tradizione ingegneristica spagnola, quella francese tardo-ottocentesca, quella delle strutture di ferro e di cemento armato dei fratelli Perret e Freyssinet, ma anche l'altissimo insegnamento della scuola degli ingegneri italiani degli ultimi 50 anni.

#### *Note*

1. Alexander Tzonis, *Santiago Calatrava. Opera completa*, Rizzoli libri illustrati Editore, Milano, 2004
2. Philip Jodidio, *Santiago Calatrava*, Taschen Editore, Colonia, 2003
3. Intervista a Santiago Calatrava, Zurigo, giugno 1997

## CAPITOLO II

### Linea

#### 2.1 L'influenza delle avanguardie artistiche del Novecento

Abbiamo già detto della difficoltà dei critici contemporanei nel classificare l'opera di Calatrava, perché questa si contraddistingue, da quelli dei suoi contemporanei, per la compresenza dei binomi: **arte e tecnica, architettura e ingegneria, espressione e costruzione.**

Egli ha infatti avuto una formazione triplice: da artista, da architetto e da ingegnere.

L'arte è senza dubbio una delle chiavi di lettura del suo lavoro; egli osserva: "l'arte del XX secolo è stata pesantemente influenzata dal concetto marxista-leninista dell'arte per tutti. Oggi non è più così. Adesso ritroviamo la libertà di creare e ciò implica un nuovo posto per l'architetto come artista, e per l'architettura come arte".<sup>1</sup>

Le avanguardie artistiche figurative, che egli ben conosce grazie alla sua formazione didattica, hanno influenzato in maniera decisiva la sua opera.

Con gli artisti dell'avanguardia la pittura si rinnova, divenendo arte fine a se stessa. Klee e Kandinsky, sono i primi che realizzano una pittura "astratta", basata sull'espressione dei segni (PUNTO, LINEA, SUPERFICIE è il testo che racchiude la teoria dell'arte di Kandinsky) e sulla forza dei colori.

In molte opere di Calatrava ricorre un **segno**: molti la definiscono un'"ala di uccello", per altri è sintesi dell'occhio umano. Lo stesso segno viene usato spesso da Kandinsky che lo definisce semplicemente **linea curva**<sup>2</sup> e che per lui esprime la tensione della composizione pittorica: è in un certo senso l'elemento che rompe l'equilibrio statico, la rigidità degli elementi rettilinei. Per Calatrava ha la stessa valenza: esprime la tensione degli elementi architettonici, ponendoli in una condizione di equilibrio dinamico.

Come i pittori dell'avanguardia, Calatrava reinterpreta in maniera critica le *forme organiche* traducendole in rigide e pure geometrie.

Ancora un elemento in comune tra Calatrava e i pittori dell'Avanguardia è l'uso dei *pattern*, intesi come ripetizione geometrica di un motivo "grafico" su un piano, che egli ovviamente, applica invece nello spazio architettonico.

Continui paralleli esistono anche tra l'architettura del maestro catalano e i pittori appartenuti al movimento futurista: Calatrava fa in architettura ciò che i *futuristi* hanno fatto in pittura: introdurre il *movimento*. Nelle opere di Balla il movimento, la velocità, sono espressi in due modi: con la ripetizione degli oggetti, ma anche con il moto, la tensione di un segno curvo ( ritorna ancora il tema della linea curva di tensione). Gli stessi mezzi espressivi sono utilizzati da Calatrava nella definizione delle sue architetture: la reiterazione dei uno stesso elemento montato in sequenza è tipico di molte sue opere.

## 2.2 Il disegno: "osservazione, scoperta...invenzione e creazione"

In una sintetica e genuina richiesta di iscrizione alla Escuela tecnica de Arquitectura de Valencia Calatrava

scrise:

*Voglio studiare architettura perché:*

1. *Mi interessa il disegno*
2. *Mi hanno sempre entusiasmato le questioni artistiche*
3. *Ritengo do avere la capacità di studiare questa professione e di saperla esercitare*
4. *Nutro molte speranze in questa carriera e ritengo, con il lavoro e la caparbia, di riuscire a superare le mie attuali carenze di formazione e capacità*
5. *Ritengo altresì che, in questo capo, sarò in grado di dare il massimo contributo alla società perché sono certo di poter esercitare questa professione con entusiasmo e amore.*<sup>3</sup>

Questa dichiarazione è interessante perché considera il disegno una parte essenziale dell'architettura e sottolinea l'idea di considerare l'architettura una "questione artistica". Egli si considera un artista ed alla base della sua progettazione c'è sempre un approccio artistico: un'incessante investigazione teorica e figurativa, supportata da un raro talento per il disegno, che si esprime in taccuini e *cahiers d'idees*, fondamentali per la comprensione della sua opera.

Ci sono centinaia di taccuini, ciascuno dei quali spesso contiene più di cento disegni. Dal punto di vista documentale i taccuini sono la controparte della tesi di dottorato, per cui se quest'ultima si occupava dell'analisi delle strutture, i taccuini sono dedicati alle analogie tra le forme. Nel loro insieme, disegni e tesi, rappresentano la chiave di lettura per comprendere l'originalità dell'innovativo design creativo di Calatrava.

Dunque come per Le Corbusier, anche per Calatrava il disegno è "osservazione, scoperta..invenzione e creazione".<sup>4</sup>

### 2.3 Le sculture di Calatrava: preludio architettonico

“Architettura e scultura sono due fiumi lungo i quali scorre la stessa acqua. Figuriamoci la scultura come pura plastica, l'architettura come plastica subordinata alla funzione e con un'evidente nozione della scala umana (attraverso la funzionalità). (...) Scultura e architettura si materializzano, cioè sono entità materiali. In esse, la componente fisico-corporea, attraverso la tecnica, intrattiene una relazione fondativa con l'ordine materiale di ambedue. Nell'architettura, la tettonica e la costruzione sono ciò che ne articola la materialità. (...) Possiamo così constatare come ambedue le arti, architettura e scultura, abbiano una chiara parentela sia nell'elemento materiale che le definisce, sia nella struttura intrinseca, che deriva dalla logica dell'utilizzo del materiale e dai mezzi tecnici necessari per la messa in opera. La materia è il supporto fisico del contenuto plastico dell'opera. Le relazioni spazio-materia dell'opera architettonica e di quella scultorea sono identiche; possono essere intese come un problema di limiti tra materia e vuoto, all'interno di un sentire plastico puro”.<sup>5</sup> Questa dichiarazione di Calatrava chiarisce l'essenza architettonica del suo costruire come interazione tra materia, struttura, tecnica nel definire i limiti. Limiti che tentano di rendere visibile nella materia l'invisibile del tempo, facendosi tendini e ossa, costole e muscoli, petali e corolle, carapaci e artigli pronti a dischiudersi e muoversi: “Natura mater et magistra” si legge significativamente nell'epigrafe della sua tesi di dottorato.

Nel processo di ideazione, prima di giungere alla soluzione architettonica, tra la fase del disegno e la fase dell'architettura, vi è spesso una fase intermedia che è proprio quella della scultura. Per Calatrava, la scultura è un settore in cui poter costruire modelli, concettuali e fisici, prima di realizzarli come edifici: in tutta la successione delle sue opere, diversi studi di sculture hanno preceduto la progettazione di edifici e ponti fornendogli risorse concettuali.

Tuttavia, malgrado ciò, non si può affermare che per Calatrava, la scultura sia semplicemente l'ancella dell'architettura e dell'ingegneria: egli dedica alla scultura lo stesso impegno della sua attività di progettista, come fece Le Corbusier con la pittura negli ultimi anni della sua vita.

Sotto molti aspetti le sculture di Calatrava ricordano i dipinti dell'ultimo periodo di Kazimir Malevič, o meglio l'approccio di quest'artista alla pittura. Come per i quadri di Malevič, la precisione è parte della loro natura e i materiali sono irrilevanti. Come costruzioni realizzano "ordine e disordine in generale" comprendendo sia il movimento sia la struttura, incorporano il movimento nella struttura.

Altra caratteristica comune a questi oggetti è l'essere "gravide" di movimento: si tratta di strutture che sembrano sul nascere e, nel contempo, sul punto di cadere. Come l'*Arte della fuga* di Bach<sup>6</sup>, presentano un insieme di parti e connessioni controllate, ma estensibili, che appaiono e scompaiono, come i preludi e le fughe si sviluppano e vanno sfumando.

Inoltre per comprenderle ed apprezzarle al meglio sarebbe forse il caso di studiarle tutte insieme, come pezzi che appartengono ad una serie.

## 2.4 La libertà figurativa nelle opere di Santiago Calatrava

Ripercorrere il metodo di progetto di Calatrava, attraverso le serie fittissime di appunti, schizzi, disegni dei suoi quaderni, rivela un'enorme facilità di scrittura progettuale, un procedere in cui la figurazione umana e, più in generale, biologica, si intreccia con le ipotesi architettoniche, in un gioco quasi ossessivo di rimandi e allusioni, variazioni e ripetizioni tematiche, scarti simbolici e memorie private.

La libertà figurativa che è alla base del suo design è da paragonare all'opera dei surrealisti.

Il surrealismo è un movimento culturale, che ha coinvolto arti visive, letteratura e cinema. Nato negli anni Venti a Parigi, il movimento ebbe come principale teorico il poeta André Breton, che fu influenzato dalla lettura dell'interpretazione dei sogni di Freud.

Dopo averlo letto Freud, Breton arrivò alla conclusione che era inaccettabile il fatto che il sogno (e l'inconscio) avesse avuto così poco spazio nella civiltà moderna e pensò quindi di fondare un nuovo movimento artistico e letterario in cui il sogno e l'inconscio avessero un ruolo fondamentale. Il sogno propone soprattutto immagini: si svolge, quindi, secondo un *linguaggio analogico*; di qui, spesso, la sua difficoltà a essere tradotto in parole, ossia in un *linguaggio logico*: la produzione figurativa quindi, può risultare più immediata per la rappresentazione diretta e immediata del sogno.

Il pensiero surrealista si manifestò spesso come ribellione alle convenzioni culturali e sociali, concepita come una trasformazione totale della vita: liberare la mente dai freni inibitori, razionali, morali, eccetera, così che il pensiero è libero di vagare secondo libere associazioni di immagini e di idee. In tal modo si riesce a portare in superficie quell'inconscio che altrimenti appare solo nel sogno.

Non si dovrebbe temere di definire *surrealistiche* le analogie di Calatrava, poiché il termine suggerisce il ruolo creativo, critico e liberatorio che i surrealisti hanno avuto negli anni Trenta, così come lo ha definito Lewis Mumford nella sua

recensione del 1936 all'esposizione surrealista al Museum of Modern di New York. Secondo Mumford: il contributo intellettuale dei surrealisti fu quello di liberare "quella parte della vita dell'uomo che vuole, desidera, esige, si appassiona" e che era stata "trascurata, soffocata e persino del tutto bandita a favore delle routine pratiche".<sup>7</sup> Così l'analogia esalta, non solo l'ideazione di una forma nuova, ma anche l'infusione di un nuovo significato in una vecchia funzione; non solo aiuta a creare nuove forme come le porte pieghevoli del Magazzino Ernsting, ma anche a trasformare delle porte meramente funzionali in un ammiccamento, un sorriso, un ginocchio piegato, un abito che si solleva, un'ala che si dispiega, infondendo poesia e drammaticità all'edificio. Nel caso di Calatrava l'analogia non solo aiuta la creatività ispirando nuove associazioni, ma libera anche il designer da nessi e giudizi preconcepi. Tale processo di liberazione può mancare di qualsiasi senso d'indagine e direzione, e divenire non tanto la ricerca di un fine, quanto più un vagare e un sognare. Le lunghe ore trascorse da Calatrava associando liberamente, vagabondando, disegnando, o quello che Lefaivre ha definito "lavoro dei sogni", suggeriscono una forte connessione con le idee di Freud sulla creatività.

#### Note

1. Intervista a Santiago Calatrava, Parigi, novembre, 1995
2. W. Kandinsky, *PUNTO LINEA SUPERFICIE*, Adelphi Edizioni, Milano, 1968.
3. Alexander Tzonis, *Santiago Calatrava. Opera completa*, Rizzoli libri illustrati Editore, Milano, 2004
4. Le Corbusier, *New World of Space*, Reynald & Hitchcock, New York, 1948
5. Sergio Polano, *Santiago Calatrava. Opera completa*, Electa Editore, Milano, 1996
6. Alexander Tzonis, *op. cit.*
7. Lewis Mumford, *Surrealism and Civilization*, in "The New Yorker", 19 dicembre 1936

## CAPITOLO III

### SUPERFICIE

#### 3.1 Analogia formale e analisi

*L'arte è bellezza, e la bellezza  
è lo splendore della verità,  
senza la quale non c'è arte.  
La bellezza è vita  
e la vita si manifesta  
nella figura umana in movimento.  
Nell'uomo la parte che si muove  
è lo scheletro.  
L'espressività è conferita  
dallo scheletro,  
il resto è vestiario.*

Antoni Gaudì

Pensare per analogia, applicare associazioni con esperienze del passato, è una strategia comune per affrontare la vita quotidiana. L'analogia è la sostanza delle metafore poetiche, ma è anche un potente strumento per affrontare problemi scientifici e tecnologici eccezionali; Calatrava ne ha fatto un uso frequente nella sua poetica compositiva, così come si evince dai taccuini.

Avvalendosi dell'analogia come strumento di analisi, gli scienziati creativi hanno superato le barriere dell'ignoranza e sono giunti a grandi conquiste utilizzando spesso le associazioni più strane. Dal testo e dagli schizzi di Leonardo Da Vinci, sappiamo che, quando cercò di disegnare le ali di una macchina volante, un oggetto allora senza precedenti, fece riferimento alla forma e alle funzioni delle ali degli uccelli, dei pipistrelli e di altri insetti volanti. La maggior parte delle sue ricerche è contenuta in un piccolo codice del 1505 - *Sul volo degli uccelli* – dal quale emerge che i dispositivi di volo della macchina inventata volutamente vengono disegnati di forma analoga alle ali dei

volatili, poiché era convinto che lavorassero secondo una legge matematica.

Come Leonardo, Calatrava, si pone un obiettivo progettuale assolutamente rivoluzionario, e dunque si trova ad affrontare una problematica nuova: far muovere intere porzioni di architetture e dunque individuare la forma delle strutture cui associare tale movimento.

Richard Lewontin, un biologo di Harvard, ha usato il termine *recruiting* (ristabilire, rimodellare) per descrivere il fenomeno naturale degli organi che assumono nuove funzioni quando devono affrontare nuove condizioni esterne.<sup>1</sup> Calatrava utilizza un analogo processo di rimodellazione, come testimoniato dagli appunti dei suoi taccuini, per dar forma ad oggetti non ancora creati, come ad esempio una copertura che debba soddisfare nuove richieste o nuove condizioni contestuali. I disegni di Calatrava, pur essendo manufatti artistici da ammirare, hanno infatti l'intento di registrare e riflettere, non solo sulle forme statiche ma anche sui movimenti compiuti dagli oggetti.

### 3.2 La geometria descrittiva come strumento analitico della progettazione

Durante i suoi studi accademici, Calatrava, visitò la cappella di Notre-Dame du Haut de Ronchamp, di Le Corbusier, un'opera che, quando venne costruita, fu definita dai critici una sorta di scandalo per le sue forme bizzarre. Per Calatrava era semplicemente una splendida configurazione di forme fuori dal comune; il segreto di quella creazione divenne un'ossessione, al punto che cercò di catturarne in tutti i modi le forme, cercando cioè di rappresentarle. Ma com'è possibile rappresentare il complesso apparentemente indescrivibile e privo di forme definite di Ronchamp? Il disegno a mano libera non sembra sufficiente a coglierne la costruzione spaziale. In aiuto del maestro catalano venne allora la scienza ed in particolare quella scienza della rappresentazione, di cui la geometria descrittiva costituisce una porzione di fondamentale importanza.

Quell'esperienza insegnò a Calatrava quanto fosse rilevante l'applicazione della geometria nel campo della progettazione architettonica e di fatto, da quel momento non ne ha potuto più fare a meno.

Egli stesso sostiene:

“La geometria è fondamentale per comprendere l'architettura. Affronto il mio lavoro attraverso la geometria. Il linguaggio della geometria così come quello delle strutture sono importanti per comprendere il mondo dell'architettura: entrambi sono fonti di ispirazione per me. Anche le proprietà dei materiali insieme alle forme e alle leggi, prese in prestito dal mondo della natura, sono riferimenti essenziali del mio lavoro”.<sup>2</sup>

La geometria pertanto viene ad assumere un ruolo fondamentale nella progettazione delle sue architetture, inducendo ad una condizione di osmosi forma e struttura, disegno e calcolo; nessun aspetto o componente delle sue opere è suscettibile di essere giudicata separatamente o parzialmente, poiché le sue architetture sono organismi

compiuti in cui le parti che li compongono sono vicendevolmente implicate al conseguimento di un preciso ordine formale. Pertanto, ciò che diversifica le sue opere non sono tanto le analogie fra i diversi sistemi strutturali sperimentati, quanto le scelte tipologiche e formali compiute, di volta in volta, sulla base di precise considerazioni geometriche.

Calatrava, attraverso i suoi progetti, crea strutture spaziali in cui l'immagine percettiva è intimamente legata alla matrice geometrica, che a sua volta genera lo schema strutturale. Tra l'immagine rappresentativa e la costruzione spaziale intercorrono rapporti generati da processi geometrici; ossia la geometria, già generatrice dello schema strutturale, regola anche la costruzione dello spazio.

La diversa idea di spazio che ne deriva è sinonimo di dinamismo, contenuto in tutte le sue creazioni, che si concretizza, principalmente, attraverso un movimento esplicito di parti della struttura, ma anche attraverso parti che nella loro forma racchiudono un'implicita idea di movimento.

La lezione che Calatrava desume dal mondo naturale, è interpretata non attraverso somiglianze fisiche con le forme da lui adoperate, ma per mezzo di configurazioni geometriche che tacitamente suggeriscono sviluppi e cambiamenti: le analogie con gli organismi viventi sono concretizzate sfruttando sistemi e funzioni. Dunque: l'anatomia ispira la forma, Calatrava la reinterpreta criticamente attraverso la geometria e l'arte e pertanto il risultato è ancora più interessante rispetto a coloro che della natura mimeticamente ripropongono le forme.

### **3.3 Dalla semplicità dell'elemento alla complessità dell'insieme**

Quello che abbiamo già detto per le sculture di Calatrava possiamo estenderlo alle sue creazioni architettoniche: come le variazioni di Bach, sono costruite gradualmente attraverso operazioni di trasformazione che aumentano il numero di elementi e il loro rapporto reciproco accrescendone la complessità. In buona parte della sua opera, un motivo elementare si dipana e si modula reiterandosi come in uno spartito musicale la cui composizione sia concertata sul principio della variazione continua e della ripresa, per essere improvvisamente resa vibrante dall'irruzione orchestrale della sorpresa, in tonalità e timbriche diverse.

Sul tema del movimento in architettura Calatrava costruisce gradualmente una progressione di elementi che, a partire dal singolo componente del sistema, per forma, geometria o funzione contribuiscono coralmemente al dinamismo, sia vero che alluso, dell'intero edificio.

Possiamo infatti definire dinamici gli angoli acuti tra le bianche superfici dell'architetto catalano che realizzano nella forma, con un brusco cambio di curvatura, l'idea di un'accelerazione, come nel caso delle unghie della copertura del padiglione del Kuwait per l'Espo '92 di Siviglia.

Ma quelle stesse forme allusive attuano anche la geometria maggiormente funzionale al movimento reale che ad esse viene associato, in un'amplificazione di effetti sensoriali, percettivi ed emotivi che costruiscono sapientemente l'idea di "architetture in movimento".

### 3.4 La persistenza del segno

Come già detto al capitolo 2, nelle opere di Calatrava ricorre spesso un segno, da alcuni associato all'ala di un uccello, da altri alla forma dell'occhio umano: entrambe le interpretazioni fanno comunque parte del lessico formale cui fa riferimento l'architetto catalano.

A proposito dell'occhio Calatrava scrive:

“L'occhio avido

guarda sicuro, preciso, incisivo.

Lo strumento fisico,

organo di ordine, di considerazione, di misura,

di stima dell'architetto è l'occhio.

La sua espressione fredda è la porta d'accesso

al mondo delle idee,

la cui espressione esplicita e immediata,

è il gesto della mano.

L'occhio si apre, l'esterno penetra,

l'occhio si chiude, all'interno si generano le immagini.

L'ordine dell'intuizione,

l'ordine del pensiero cosciente ricrea altre immagini,

giudicano e controllano quelle ricevute e percepite dall'occhio.”<sup>3</sup>

Ma il concetto che la *linea curva* di Kandinsky sia per Calatrava un chiaro riferimento all'ala di un uccello, è anch'esso molto forte e del tutto giustificato dall'idea di movimento ad essa associata. A rafforzare tale pensiero è il fatto che in tutti i casi, questa *ala* ha sempre la stessa sezione, ottenuta oltretutto mediante il ricorso a determinate e ripetute geometrie.

“La linea spezzata nasce dalla pressione di due forze (...) le forme più semplici di linee spezzate sono costituite da due parti e sono il risultato di due forze che hanno arrestato la propria azione dopo un solo urto. Ma questo semplice processo crea una differenza importante tra le linee rette e le linee spezzate: in queste ultime si ha un contatto molto più intenso con la superficie, la linea spezzata porta già in sé qualcosa che appartiene alla natura della superficie.(...)”

L'angolo che ha la massima tensione, e perciò anche più caldo, è l'angolo acuto".<sup>4</sup>

Le parole di Kandinsky hanno probabilmente influenzato la scelta di Calatrava, che ripropone la "linea spezzata" nella sezione trasversale degli elementi di cui sono composte molti delle sue architetture. La forma a "V" ha una giustificazione non solo formale, come già detto, ma anche strutturale e figurativa.

Da un punto di vista strutturale, la sezione a "V" risulta essere molto resistente, mentre da un punto di vista figurativo-simbolico la "V" esprime il dinamismo.

Infatti, come sostiene anche Kandinsky, l'angolo acuto è quello che ha in sé una maggiore tensione e tensione è sinonimo di dinamismo. Non a caso, laddove Calatrava vuole esprimere l'idea del movimento, realizza elementi strutturali con una sezione resistente a "V", come nella copertura della Stazione TGV di Lione-Satolas; la stessa sezione viene nuovamente usata in quegli elementi che sono essi stessi oggetti in movimento, come le *unghie* di copertura dei padiglioni espositivi di Siviglia e di Lucerna.

La Stazione TGV di Lione-Satolas ricorda, simbolicamente e formalmente, una gigantesca creatura volante pronta a librarsi nell'aria per chissà quale lungo viaggio. L'idea di movimento è resa magistralmente attraverso la geometria che genera e regola lo spazio. La matrice geometrica è rappresentata da quattro superfici coniche che intersecandosi mutuamente originano la maestosa copertura della hall principale e di tutti gli altri ambienti. Gli enti geometrici si concretizzano in componenti strutturali: le superfici coniche si trasformano in elementi di copertura, le intersezioni delle stesse divengono gli archi che sorreggono l'intera struttura, le generatrici di tali coni si tramutano in elementi ritmici che sorreggono la copertura vetrata. Anche la gerarchia degli elementi strutturali ricorda una spina dorsale ricurva e delle vertebre che spalancandosi verso il cielo, reggono le coperture sospese. Calatrava riesce così a fondere i principi astratti della

geometria con immagini visuali e simboliche, con processi organici e naturali.

Analogamente avviene, seppur in dimensioni ridotte, nel Padiglione Espositivo CH-91, progettato per il lago di Lucerna e nel Padiglione del Kuwait realizzato a Siviglia. In entrambi i casi gli elementi mobili che compongono la copertura, sono generati da due porzioni di superfici coniche che intersecandosi danno origine alla cosiddetta forma "ad ala di uccello"; tali elementi (*che da ora in seguito chiameremo alette o unghie*), presentano una sezione longitudinale la quale altro non è che la, più volte citata, *linea curva geometrica in ascesa* di Kandinsky, una "linea con riduzione regolare della accentuazione, per cui viene raggiunta una maggiore tensione nell'ascesa"<sup>5</sup> "Questa accentuazione della linea è un graduale o spontaneo accrescersi o decrescere della forza".<sup>6</sup> Allo stesso tempo esse presentano una sezione trasversale resistente a forma di V.

Quindi essi non sono solo elementi dotati di un movimento proprio, reale, esplicito, ma posseggono anche un implicito dinamismo dovuto all'aspetto formale.

### 3.5 Il teorema di Apollonio

Per la determinazione delle geometrie che danno forma agli elementi modulari costituenti la copertura dei padiglioni espositivi di Lucerna e Siviglia, si è in questo studio proceduto mediante l'applicazione del Teorema di Apollonio. Infatti, osservando il singolo elemento si comprende che esso presenta un'assoluta simmetria rispetto alla curva centrale che separa le già citate porzioni di superfici coniche. Tale curva (che qui chiameremo *curva centrale*), determinata dall'intersezione dei due coni è un arco di circonferenza, ma circolari sono anche le curve che chiameremo *di bordo*, poichè delimitano la porzione di superficie conica dell'unghia. Siamo dunque in presenza di due sezioni circolari di un cono, problema affrontato per la prima volta da Apollonio di Perga (II-III sec. a.C.), nella proposizione quinta del *I libro delle Coniche*, in cui è dimostrata la sussistenza delle *sezioni subcontrarie* in un cono circolare obliquo. Apollonio afferma che ogni cono circolare obliquo ammette infinite sezioni circolari giacenti in piani paralleli alla base e altrettante sezioni circolari parallele alla sezione che definisce "di senso contrario" o "subcontraria".

Il teorema è stato applicato per determinare il vertice del cono e così dunque la superficie globale dalla quale, la curva di bordo e quella centrale, hanno isolato la metà dell'unghia citata. Esistono dunque due coni speculari, aventi come piano della simmetria ortogonale quello nel quale giace la curva centrale, lungo la quale entrambi si innestano. La conoscenza delle due circonferenze, quella centrale assunta come direttrice del cono e quella di bordo coincidente con una sezione subcontraria, insieme all'individuazione di una generatrice lungo la superficie dell'unghia, hanno qui permesso di ritrovare una seconda generatrice mediante le relazioni angolari suggerite dal teorema di Apollonio e dunque la posizione del vertice nella loro reciproca intersezione, verificando altresì la condizione necessaria del teorema riguardo l'obliquità del cono.

In seguito si è proceduto alla ricostruzione tridimensionale in ambiente virtuale del singolo elemento architettonico e alla determinazione delle proiezioni piane, in pianta e sezione, dell'intero organismo architettonico in base alle leggi compositive applicate da Calatrava nella reiterazione della singola unghia: su pianta circolare nel Padiglione CH-91 e su pianta rettangolare nel Padiglione del Kuwait.

#### *Note*

1. *Richard Lewontin*, "The Evolution of Cogniton", in Daniel N. Osherson, Edward E. Smith, cur., *An Invitation to Cognitive Science*, MIT Press, Cambridge, Mass. 1997
2. AA.VV., *Santiago Calatrava*, Catalogo della mostra antologica tenuta a Valencia nel maggio/giugno 1993, El Croquis Editorial, Madrid, 1993
3. Santiago Calatrava, dai suoi appunti sull'occhio e sulla scultura *Eye* o *Pecking Bird*
4. W. Kandinsky, *PUNTO LINEA SUPERFICIE*, Adelphi Edizioni, Milano, 1968, p.72-75
5. W. Kandinsky, *op. cit.*, p.96
6. *Ibidem*

## CAPITOLO IV

### Movimento

*“il movimento dona una dimensione inedita alla forma. La fa sembrare una cosa vivente. Invece di immaginare un edificio come qualcosa di minerale, come una roccia, potremmo cominciare a paragonare un edificio al mare mosso dalle onde, ogni mattina”*

*Santiago Calatrava, 1997*

#### 4.1 Il dialogo tra architettura e ingegneria

Com'è noto nella tradizione francese le distinte figure dell'architetto e dell'ingegnere occupano gli estremi di un'organizzazione polarizzata – fissata una volta per tutte nell'istituzione dell'Ecole des Ponts et Chaussées e dell'Ecole des Beaux Art – dove la suddivisione del lavoro assegna il compito artistico agli architetti, mentre agli ingegneri riserva il dominio dei calcoli.

“La nozione di struttura è al centro dell'invenzione dell'ingegnere costruttore, per come esso si è definito almeno a partire dal XVIII secolo. A tale nozione chiave si collega l'ideale di un'economia della materia impiegata, di un dimensionamento esatto degli elementi costruttivi. Il buon ingegnere è colui che sa dispiegare i mezzi minimi in vista dell'ottenimento di un dato risultato”.<sup>1</sup>

Menti brillanti come quelli di Valery o di Le Corbusier, hanno cercato di rompere tale schema dualistico, così come altri artisti hanno fatto della precisione geometrico-matematica un argomento per uscire dalle secche del postimpressionismo e dei vari eclettismi di inizio secolo. Con Le Corbusier l'idea di trovare un concetto estetico nel principio medesimo del calcolo, non solo riprende un'antica tradizione dell'architettura, ma opera al fine di smantellare lo schematico dualismo della tradizione francese.

Calatrava non sembra farsi un problema dei rispettivi ruoli dell'architettura e dell'ingegneria nell'ambito dell'edilizia, nemmeno per quanto riguarda il suo lavoro. “Sostanzialmente” afferma “l'architetto è responsabile e

l'ingegnere lavora per lui". "L'evoluzione delle tecniche, in particolare quella di calcolo, ma anche quella dell'analisi strutturale, oltre ad alcune tecniche dei materiali" – sostiene Calatrava – "ha modificato non tanto la figura dell'architetto, quanto quella dell'ingegnere. Quest'ultimo possiede ora una nuova libertà, non più legata alle regole del calcolo o ad un unico modello strutturale: l'opzione è ormai svincolata da parametri aprioristici rigidi. Potendo costruire secondo le leggi dell'intuizione, legate alla sensibilità, anch'egli è oggi in grado di *provocare emozioni*".<sup>2</sup> Forse è proprio in questo grado ritrovato di libertà creativa che la critica può individuare lo scarto opportuno per mettere a fuoco, senza troppi disagi, la figura altrimenti scomoda di un progettista in grado di far dialogare serenamente arte e scienza.

Il design di Calatrava è trasversale rispetto ai confini intellettuali e istituzionali eretti fra scienza, tecnologia e arte, le sue opere superano l'abisso che separa conoscenza, azione e sete di sapere.

La tipica struttura di Calatrava è una soluzione tecnologica intelligente, una risposta elegante a un determinato problema funzionale. Ma l'ottimizzazione funzionale non è l'unico obiettivo delle sue strutture. Al di là della perfezione tecnologica, ma non contro questa, le strutture spiegano e istruiscono, pur non essendo soltanto dimostrazioni didattiche. Dietro le forme e i materiali c'è un più profondo significato cognitivo, poetico e morale. Esse commentano, confrontano e risvegliano la consapevolezza attraverso enigmi, paradossi e persino umorismo, trasformando le domande tecnologiche in risposte ci invitano ad andare avanti, ricordando la famosa esclamazione di Galileo Galilei di fronte ai dogmatici della sua epoca: "Eppur si muove".

Da buon costruttore Calatrava si preoccupa che le sue creazioni stiano in piedi.

L'idea stessa di struttura è ritenuta sinonimo di durata, solidità e rigida organizzazione degli elementi. Intuitivamente l'ultima cosa che si tende ad associare ad un'architettura è il movimento. Eppure osservando le

strutture di Calatrava sembra che esse incorporino il movimento e che, tecnologicamente o figurativamente, esplicitamente o implicitamente, cerchino di negare la stasi anziché affermarla.

Nelle sue opere egli esprime un'ideale preminenza dei valori cinetici nel costruire, antitetici rispetto alla tradizionale statica delle masse, prefigurando un'architettura fondata sulle potenzialità del movimento, della trasformazione, dell'adattabilità. Perciò l'approccio progettuale di Calatrava, mirato a dar evidenza al "movimento" delle forze che animano le costruzioni, o meglio, a cristallizzare e sospendere nel tempo il fluire dell'intimo disegno, implica frequentemente soluzioni mobili e configurazioni dinamiche, spesso asimmetriche, a prescindere sia da pure economie di calcolo sia da esuberanze formalistiche.

#### 4.2 Calatrava tra Cubismo, Futurismo e Astrattismo

Fin dai tempi antichi gli artisti e gli scrittori hanno subito il fascino del problema di rappresentare il movimento. La scultura dell'antica Grecia subì un'evoluzione liberando gradualmente il corpo umano dal blocco di pietra per render il senso del movimento. La postura fu codificata sistematicamente dallo scultore Policleto, il quale affermò che la figura umana doveva poggiare su una gamba spinta leggermente indietro, e l'altra gamba piegata all'altezza del ginocchio, su cui la pressione esercitata era minore. Il torso, volto all'indietro, doveva anche essere leggermente piegato e la testa inclinata di lato nella direzione opposta rispetto al torso. Questa contrapposizione di membra del corpo umano, o contrapposto, era considerata la maniera di esprimere il movimento. Dal Rinascimento in poi, man mano che il movimento e la sua rappresentazione acquisivano maggiore fascino, cominciò un dibattito non solo sul miglior modo di rappresentare il movimento e il cambiamento, ma anche su quale fosse l'arte più avanzata nella rappresentazione di ciò che è dinamico. I manieristi ritennero che la "figura serpentinata" del motivo a S esprimesse il movimento meglio di qualsiasi altra forma. Nel corso del XIX secolo Gotthold Ephraim Lessing, nel suo celebre libro *Laoconte*<sup>3</sup>, diede nuovo impulso al dibattito sulla rappresentazione del movimento, ma anche del tempo e degli avvenimenti, nelle arti visive. Discutendo della figura umana nell'arte, Lessing utilizzò il termine "gestante" per descrivere una posizione sospesa tra passato e futuro, che implicava una posizione a priori e ne estrapolava una futura.<sup>4</sup>

Come già accennato, Calatrava sembra portare le sue strutture allo stato ottimale raggiungendo il "punto critico" fra la permanenza dei solidi e la loro sparizione violenta, e abbina con successo il punto critico dell'ingegnere – far sì che gli oggetti si reggano nel modo più efficiente – con il concetto artistico del "momento gestativo", creando un'esperienza cognitiva a partire da oggetti immobili.

Fondamentali sono a tale scopo gli esperimenti visuali compiuti con il repertorio di figure in movimento disegnate nei taccuini. I taccuini di Calatrava rivelano un designer che ama il corpo umano in movimento, come una ballerina o un acrobata, e che lotta per infondere quella gioia nelle sue strutture, ispirando meraviglia, ma ricordando sempre la ricerca per porre rimedio al disordine del mondo.

I concetti di movimento e tempo sono dunque alla base della progettazione architettonica del maestro catalano. Ma movimento e tempo sono stati due temi prioritari anche per gli artisti dell'Avanguardia, che come già accennato hanno avuto su Calatrava una forte influenza. In particolare si sono interessati alla rappresentazione del movimento e del tempo i pittori cubisti, futuristi ed astrattisti.

Il Cubismo è una corrente artistica rivoluzionaria nata dall'analisi alternativa della realtà ad opera di Pablo Picasso e George Braque. Il movimento nasce nella prima decade del ventesimo secolo e si caratterizza per la rappresentazione di oggetti reali interpretata da diversi punti di vista.

Sebbene possa sembrare associata all'arte astratta e geometrica, l'arte cubista rappresenta simultaneamente i diversi lati di una forma osservati da più punti di vista. Il punto di forza degli artisti che si rispecchiano in questa corrente sta nell'abilità di creare su di una superficie bidimensionale, come la tela, l'illusione di un oggetto nello spazio, obiettivo principale dei pittori post-rinascimentali. Forma e spazio prendono così nuovi assestamenti, creando rapporti visivi che cambieranno in modo radicale l'impronta artistica occidentale.

Nei quadri di Picasso l'oggetto è rappresentato da una molteplicità di punti di vista, così da ottenere una rappresentazione «totale» dell'oggetto.

Il Cubismo, a differenza degli altri movimenti avanguardistici, non nacque in un momento preciso né con un intento preventivamente dichiarato. Il Cubismo non fu cercato, ma fu semplicemente trovato da Picasso, grazie al

suo particolare atteggiamento di non darsi alcun limite, ma di sperimentare tutto ciò che era nelle sue possibilità: un atteggiamento che ritroviamo nello stesso Calatrava.

Quando il cubismo rompe la convenzione sull'unicità del punto di vista di fatto introduce nella rappresentazione pittorica un nuovo elemento: il tempo. Per poter vedere un oggetto da più punti di vista è necessario che la percezione avvenga in un tempo prolungato, che non si limiti a un solo istante.

È necessario che l'artista abbia il tempo di vedere l'oggetto, e quando passa alla rappresentazione porta nel quadro tutta la conoscenza che egli ha acquisito dell'oggetto. La percezione, pertanto, non si limita al solo sguardo, ma implica l'indagine sulla struttura delle cose e sul loro funzionamento. I quadri cubisti sconvolgono la visione perché vi introducono quella che è definita la «*quarta dimensione*»: il tempo. Negli stessi anni, la definizione di tempo, come quarta dimensione della realtà, era postulata in fisica dalla Teoria della Relatività di Albert Einstein. La contemporaneità dei due fenomeni rimane tuttavia casuale, senza un reale nesso di dipendenza reciproca. Appare tuttavia singolare come, in due campi diversissimi tra loro, si avverta la medesima necessità di andare oltre la conoscenza empirica della realtà per giungere a nuovi modelli di descrizione e rappresentazione del reale.

L'introduzione di questa nuova variabile, il tempo, è un dato che non riguarda solo la costruzione del quadro, ma anche la sua lettura. Un quadro cubista, così come tantissimi quadri di altri movimenti del Novecento, non può essere letto e compreso con uno sguardo istantaneo. Deve, invece, essere percepito con un tempo preciso di lettura. Il tempo, cioè, di analizzarne le singole parti e ricostruirle mentalmente, per giungere con gradualità dall'immagine al suo significato. Le stesse considerazioni valgono per le architetture di Calatrava, ed in particolar modo, quelle in cui vi sono elementi mobili: si consideri ad esempio il

Milwaukee Art Museum (USA, 1994-2001). La copertura della grande hall, ha una struttura che si apre e si chiude come le ali di un grande uccello, e ciò fa di questa architettura un'opera che non può essere osservata con uno sguardo immediato: essa richiede un preciso tempo di osservazione, tempo necessario ad osservare il cambiamento dell'oggetto, la sua trasformazione.

Mentre per il Cubismo la scomposizione rende possibile una visione del soggetto fermo lungo una quarta dimensione esclusivamente spaziale (il pittore ruota intorno al soggetto fermo cogliendone ogni aspetto), il Futurismo utilizza la scomposizione per rendere la dimensione temporale, il movimento.

La ricerca futurista si muove in senso quasi opposto: suo scopo è rappresentare sulla tela il movimento stesso, nel suo svolgersi nello spazio e nel suo impatto emozionale. Come conseguenza dell'estetica della velocità, nelle opere futuriste a prevalere è l'*elemento dinamico*, il movimento coinvolge infatti l'oggetto e lo spazio in cui esso si muove. Il dinamismo dei treni, degli aeroplani, delle masse multicolori e polifoniche e delle azioni quotidiane (del cane che scodinzola andando a spasso con la padrona, della bimba che corre sul terrazzo, delle ballerine) è sottolineato da colori e pennellate che mettano in evidenza le spinte propulsive delle forme.

Il Futurismo nasce in un periodo (inizio Novecento) di grande fase evolutiva dove tutto il mondo dell'arte e della cultura era stimolato da moltissimi fattori determinanti: le guerre, la trasformazione sociale dei popoli, i grandi cambiamenti politici, e le nuove scoperte tecnologiche e di comunicazione come il telegrafo senza fili, la radio, aeroplanie, le prime cineprese; tutti fattori che arrivarono a cambiare completamente la percezione delle distanze e del tempo, "avvicinando" fra loro i continenti. Il XX secolo era quindi invaso da un nuovo vento, che portava all'interno dell'essere umano una nuova realtà: la *velocità*. Le catene di montaggio abbatterono i tempi di produzione, le

automobili aumentavano ogni giorno, le strade iniziarono a riempirsi di luce artificiale, si avvertiva questa nuova sensazione di futuro e velocità sia nel tempo impiegato per produrre o arrivare ad una destinazione, sia nei nuovi spazi che potevano essere percorsi, sia nelle nuove possibilità di comunicazione.

L'Astrattismo è una tendenza artistica del '900 che abbandona più o meno completamente la riproduzione del reale per giungere alla più profonda elaborazione formale del linguaggio visivo.

Parallela alla dialettica filosofica tra i poli del positivismo e dello spiritualismo, la tendenza all'astrazione va via via allontanando da sé ogni riferimento al mondo esterno fondando le regole del proprio linguaggio su elementi interni alla forma, capaci di giungere alla vera essenza delle cose, alla struttura più profonda delle forze della natura.

L'Astrattismo parte dalle premesse teoriche e culturali del simbolismo, con la sua sintesi decorativa e il valore espressivo dato alla forma e al colore, dalle deformazioni fauves e dalle scomposizioni cubiste, sviluppandosi tra una direzione espressivo-simbolica, che presta massima attenzione agli aspetti emotivo-psicologici del colore e al ritmo prodotto dai rapporti di forze in atto nel campo o nella visione, ed una matematico-razionale, tendente alla massima depurazione della forma individuata nella pura astrazione geometrica.

Punto di riferimento fondamentale è il testo di Wilhelm Worringer *Astrazione ed empatia*, del 1908, dove l'arte viene interpretata in base all'intenzionalità dell'artista. La forma viene intesa come risultato dell'incontro tra uomo e mondo, in un alternarsi di empatia, ovvero avvicinamento alla realtà, ed astrazione.

Calatrava come i pittori astrattisti, reinterpreta in maniera critica le forme organiche per poi tradurle in rigide e pure geometrie. Ma ancora di essi riprende l'uso dei *pattern*, intesi come ripetizione geometrica di un motivo grafico su un piano, applicati dal maestro nello spazio architettonico.

In sintesi, l'artista catalano (come egli stesso si è definito in più di un'occasione), fa tesoro dell'esperienza della pittura d'Avanguardia e ne riprende alcuni principi fondamentali, traducendoli in caratteri architettonici: dal cubismo impara che il tempo è una variabile importante e che l'oggetto architettonico deve essere percepito con un tempo preciso di lettura, così da poterne analizzare le singole parti e ricostruirle mentalmente e quindi passare dall'immagine al suo significato; ha fatto in architettura ciò che i futuristi hanno fatto in pittura, introducendo il movimento, non solo evocato con le forme, ma spesso reale ed esplicito; come gli astrattisti, ed in particolare Kandinsky, ha fatto ricorso ad un *segno* che, espressione di tensione e dinamismo, trova la sua costruzione nelle pure forme della geometria.

### 4.3 Frammenti di un nuovo paesaggio

Le costruzioni di Santiago Calatrava si radicano nel terreno. A volte, come nel caso della Stazione di Stadelhofen a Zurigo, l'intenzione del progetto è proprio quella di modellare il terreno, creando una sorta di collina artificiale composta di gallerie, balconate e pensiline. Altre volte, come nei padiglioni di Zurigo e Siviglia, o il planetario di Valencia, vi è un basamento predisposto ad accoglierli, sia che si tratti di un bastione nel lago come a Zurigo, di uno zoccolo come a Valencia, o di una piazza coperta come per il padiglione dell'Expo di Siviglia del 1992. Anche i ponti tendono ad ancorarsi ad un luogo preciso.

Calatrava tende quindi a fissare, a volte a sprofondare le costruzioni in un luogo, rendendole inamovibili; nello stesso tempo però, queste architetture sembrano perdere robustezza. Tanto più il basamento dell'edificio si rafforza o si integra nel terreno, tanto più il resto si fa leggero, mobile. Per spiegare il suo lavoro Calatrava ha fatto spesso ricorso all'idea degli equilibri dinamici, o del movimento congelato. Le leggi della statica sono quindi un caso particolare delle leggi della dinamica:  $F = m \times a$ , forza = massa per accelerazione. La soluzione statica di un edificio è quindi solo un momento di equilibrio nel complesso gioco delle forze, che viene rappresentato e messo in scena attraverso dei movimenti cristallizzati.

Nelle sue soluzioni strutturali Calatrava gioca così sulla scomposizione delle forze nelle loro diverse componenti: compressione, flessione, torsione. Naturalmente vengono messi in evidenza i giunti o i punto di snodo e vengono utilizzati materiali differenti per differenti sforzi.

In molti casi le costruzioni di Santiago Calatrava non si limitano alla messinscena di movimenti cristallizzati, ma sono delle vere e proprie strutture mobili. L'edificio non è più un elemento fisso, ma un elemento che assume configurazioni diverse, che muta nel tempo al variare delle esigenze e delle utilizzazioni dei suoi spazi. E' sufficiente per Calatrava giocare su elementi binari quali le porte o le

finestre per modificare l'immagine e la figura di tutto l'edificio. Oppure sono i tetti, le coperture, ad aprirsi e chiudersi per proteggerci, o per seguire il gioco della luce come nella cupola prevista nel progetto di concorso per il Reichstag di Berlino, nel Planetario di Valencia, nelle pensiline per San Gallo a Lione o nel padiglione sportivo a Berlino. In alcuni casi, nel padiglione dell'Expo di Siviglia, nel padiglione galleggiante per un ristorante a Zurigo, o in quello sul lago di Lucerna, l'edificio si riduce ad una copertura mobile, semitrasparente, una membrana che ci avvolge.

I riferimenti al mondo naturale - alberi, fiori, o scheletri degli animali – non sono quindi il frutto di una semplice analogia formale. Nel mondo delle forme naturali il movimento, lento o veloce, è la regola; è un mondo di equilibri instabili, sempre mutevoli, in cui i corpi e le piante assumono configurazioni sempre diverse. E forse, più che pensare ad essi come a degli edifici, dovremmo pensarli come frammenti di un nuovo paesaggio, trasformazioni del terreno su cui si posano poi i tetti, le coperture.

Non si tratta però di allestimenti provvisori, destinati a durare, come è stato predetto per molti edifici moderni, trent'anni. Al contrario queste costruzioni rivendicano una stabilità: con il loro basamento si radicano nel terreno.

Tuttavia, invece di considerare il tempo solo un problema relativo alla loro durata, lo assumono dentro di sé. Sono già predisposte per variare nel tempo, per assumere configurazioni diverse. Per questo possono essere definite delle costruzioni naturali.

#### 4.4 Il Padiglione Swissbau, Basilea, 1988

La realizzazione di un padiglione temporaneo per la Swissbau del 1989 permette a Calatrava di sperimentare le possibilità cinetiche e plastiche del calcestruzzo, e di coniugare le tecnologie costruttive proprie dell'ingegneria al mondo delle forme naturali, da lui tanto amate. La struttura mette in mostra una qualità del calcestruzzo prefabbricato normalmente dimenticata, la possibilità di essere modellata (non a caso in spagnolo il materiale vien chiamato "hormigon" che racchiude in sé plasmabilità). La risposta alle esigenze di libertà figurativa, costantemente ricercata dal maestro catalano, viene data tramite materiali di alta qualità, basse tolleranze e l'uso di elementi in serie che assicurano economicità di produzione anche per forme complesse.

Il padiglione dunque si presenta come una "macchina" di calcestruzzo capace di cambiare la propria configurazione attraverso il movimento coordinato degli elementi: mensole ancorate ad un setto portante sostengono quattordici costole collegate da aste che ruotano su dischi. La modulazione della luce, esito di tale movimento, è percepibile nell'armonica periodicità con cui le ombre mutano sulle superfici; l'effetto plastico dell'insieme risulta accentuato da fonti di illuminazione diretta a pavimento.

Con questa opera Calatrava sfidò l'immagine spaziale fissa del calcestruzzo come materiale statico facendo muovere la struttura, e sfidò anche i fabbricanti esplorando i problemi di ingegneria legati alla produzione di calcestruzzo a elevata resistenza, sottoposto a spinte dinamiche. Ciascun elemento è lungo 7,8 m, largo da 10 a 52 cm e pesa 1,2 tonnellate. Il loro movimento ciclico crea un mutamento ondulato e volumetrico nello spazio sottostante.

Un'opera di questo tipo è però a metà strada tra scultura e architettura e rappresenta solo la premessa di ciò che Calatrava sperimenterà nelle opere successive, in particolare nei padiglioni CH-91 e del Kuwait, dove i temi

del movimento e della mutazione dello spazio architettonico sono predominanti.

#### **4.5 Il Padiglione galleggiante CH-91, Lago di Lucerna, 1989**

Il tema della copertura mobile venne affrontato la prima volta da Calatrava nel progetto per il padiglione galleggiante CH-91 commissionato dalla Federazione elvetica dell'industria del cemento, che tra l'altro gli aveva già commissionato il progetto del padiglione Swissbau.

Progettato in occasione della commemorazione del 700° anniversario della Confederazione svizzera, il padiglione, si configura come una zattera sulle acque del lago Vierwaldstatter a Lucerna: un'isola galleggiante che potesse essere trasportata in qualsiasi punto del lago. In risposta alla Federazione elvetica e memore del padiglione di Robert Maillart per l'esposizione nazionale del 1939, la struttura vuole definire uno spazio culturale all'interno della manifestazione, inserendo armonicamente un materiale moderno nel paesaggio. Concepita come auditorium per quattrocento persone, la piattaforma può essere utilizzata per esibizioni, stage e manifestazioni, diventando per la sua mobilità punto di incontro tra storia e cultura locali e gli eventi nazionali.

Dunque il padiglione presenta un basamento a pianta triangolare dai lati curvi (un cassero in cemento armato compartimentato e impermeabile) al di sopra del quale poggia una struttura circolare di pilastri inclinati, di 30 m di diametro, che sorregge una corolla di 24 elementi indipendenti a forma di petalo, a rappresentare i ventiquattro cantoni della Svizzera. Come per il padiglione del Kuwait, gli elementi della copertura hanno un movimento indipendente, per cui si hanno infinite configurazioni differenti comprese tra le due configurazioni estreme: tutta aperta o tutta chiusa. In questo senso abbiamo parlato di petali, poiché la struttura mobile ricorda quella di un fiore che si dischiude al passare del tempo. In realtà da un punto di vista puramente formale, i "petali" hanno la forma dei costoloni che Calatrava progetterà a Siviglia: hanno la stessa matrice geometrica, nascono cioè dall'intersezione di due superfici coniche.

Il padiglione non fu mai realizzato, ne possiamo osservare solo un modello realizzato da Calatrava.

#### 4.6 Il Padiglione del Kuwait, Siviglia, 1991

*"La mano misura*

*La mano tocca*

*Valuta esamina accarezza*

*La mano aperta*

*La mano chiusa, il pugno,*

*il gesto di calma o di*

*violenza di amicizia o di*

*amore di approvazione di conciliazione*

*gesticola*

*simula il vento,*

*la pioggia, gli alberi*

*il gesto è la traduzione più elementare della nostra emozione*

*e del nostro desiderio*

*si apre, si chiude*

*le due mani giunte*

*unione delle unioni*

*le due mani giunte*

*proteggono, accettano, o respingono*

*coprono, nascondono, occultano*

*scoprono*

*salutano*

*con le braccia danzano*

*simulano le onde del mare*

*adorano, amano, palpano*

*accarezzano*

*con il corpo danzano e sono*

*le estremità l'ultimo punto*

*per emettere e percepire*

*per dare e per ricevere"<sup>5</sup>*

Santiago Calatrava

Il padiglione fu commissionato a Calatrava dal governo del Kuwait in occasione dell'Expo '92, la fiera internazionale che si tenne a Siviglia. L'obiettivo richiesto dal committente fu che l'edificio simboleggiasse un paese sconosciuto, ma della cui cultura pochi sanno; dunque Calatrava progettò una costruzione singolare e fortemente caratterizzata,

anche se di ridotte dimensioni, rispetto agli altri cento e oltre padiglioni presenti nell'area.

Il padiglione è articolato su due livelli: un primo livello parzialmente interrato, adibito a mostra permanente, ed un secondo fuori terra, anzi sollevato rispetto al piano terra. Esso si presenta come una piazza coperta, dedicata a proiezioni ed esibizioni, a cui si accede tramite una doppia gradinata posta sui lati lunghi del rettangolo di base; i lati corti sono delimitati invece, da due setti murari concavi in calcestruzzo.

Il livello sotterraneo si raggiunge tramite una scala ed una rampa addossate ai setti esterni concavi, e presenta un anello periferico ed una corte centrale, che risulta essere ribassata ulteriormente di tre gradini. L'anello perimetrale pavimentato con lastre di marmo bianco ed è illuminato da piccole fenditoie triangolari poste sulle alzate della gradinata; la corte centrale, alta 5,90 m, rifinita con marmo bianco e nero, è coperta da dieci travi arcuate in legno, con sezione a V, definite da stecche radiali e poste ad una distanza di 2,40 m l'una dall'altra. La luce naturale filtra attraverso il pavimento, in marmo traslucido incollato su vetro stratificato, della piazza superiore, che risplende di notte grazie al sistema di illuminazione della sala. Dunque il pavimento della piazza è stato pensato come elemento di transito della luce: di giorno filtra la luce del sole e la convoglia nella sala sottostante, e di notte cattura la luce artificiale della sala espositiva sottostante per diffonderla nella piazza. Sulla gradinata che porta alla piazza, che presenta una superficie ricurva come le travi sottostanti ma con un diverso raggio di curvatura, poggiano 17 piloni in cemento armato prefabbricato (ciascuno composto da due metà incollate con resine speciali). Mediante sottili elementi tubolari, ai piloni sono incernierati 17 costoloni di legno a sezione triangolare, lunghi 25 m, simili a foglie di palma, disposti in due file contrapposte: essi costituiscono la copertura della piazza. Ciascun costolone è comandato separatamente da un sistema elettrico computerizzato che

lo fa aprire in quindici posizioni programmabili fino ad assumere la posizione verticale; quando invece sono tutti chiusi (posizione orizzontale) si intrecciano formando una copertura che riprende la struttura a costole delle travi sottostanti la piazza.

I singoli movimenti di ciascun costolone, comandati da motori indipendenti, creano perciò mutevoli giochi di forme tra le due configurazioni limite: completamente chiusi per proteggere dal sole, durante il giorno; completamente aperti, la notte per consentire proiezioni su uno schermo di 30 mq, innalzato su una delle due pareti. Ciascun costolone inoltre presenta un contrappeso posto all'estremità sporgente (rispetto al punto di cerniera con il pilone di sostegno) ed una illuminazione interna che è resa visibile dal trattamento superficiale, formato da piccoli listelli di legno leggermente distanziati tra loro.

In questa opera, come in tutte le opere di Calatrava, il disegno di sezione ha un ruolo fondamentale. "L'architettura si fa da dentro verso fuori." – si legge in uno dei suoi taccuini: se la natura dell'architettura viene significativamente concepita da "dentro verso fuori", strumento principe di progetto è la sezione. L'anatomica, osteologica conformazione di molte sue opere ne è diretta conseguenza, tanto quanto l'immagine bio-zoomorfica di altre. In questo uso della sezione, l'intuizione originaria della forma-contenuto si misura con le prestazioni dei materiali ed è tutt'uno con una sorgiva ipotesi strutturale.

Abbiamo citato, ad inizio paragrafo, un testo che Calatrava ha riportato nei suoi appunti, proprio in relazione agli schizzi sul padiglione del Kuwait: nelle sue intenzioni dunque, l'idea di simboleggiare due mani che si intrecciano. Ed è proprio attraverso il disegno di sezione che si può chiaramente mostrare l'intreccio dei costoloni che, con il loro movimento evocano le dita delle mani.

Il padiglione del Kuwait all'Expo '92 di Siviglia sperimenta, forse più di ogni altra opera costruita, l'idea di mobilità, di cinetica architettonica che il progettista pone al centro della

sua ricerca. Al contempo vi si concentra una spazialità atmosferica, accresciuta dall'irrequieto macchinismo bio-fitomorfo e dal gioco della luce (sia naturale che artificiale), difficilmente confrontabile con l'esperienza comune dell'architettura contemporanea.

*Note*

1. Alexander Tzonis, *op. cit.*
2. Sergio Polano, *Santiago Calatrava. Opera completa*, Electa Editore, Milano, 1996
3. Gotthold Ephraim Lessing, *Laocoon, an Essay upon The Limits of Painting an Poetry*, Dutton, New York, 1959 (Trad. Italiana: *Laocoonte, ovvero sui limiti della pittura e della poesia*)
4. *Ibidem*
5. Santiago Calatrava, dai suoi appunti sulla mano e sul padiglione del Kuwait

## CONCLUSIONI

Come abbiamo già detto, la ricerca del movimento è per Calatrava una costante fonte di ispirazione poetica e tecnologica, capace di generare forme dal forte impatto emotivo e simbolico: il meccanismo immaginato per generare il movimento perde consistenza, scompare di fronte allo stupore generato.

Le sue architetture mobili sono come delle creature viventi, cambiano con il passare del tempo, dal giorno alla notte, sono in continuo dialogo con la natura.

Come egli stesso scrive nei suoi appunti:

“movimento esplicito (...) ispirazione dalla natura (...) con il cambiamento della luce si stabilisce un meccanismo esatto che permette l'apertura e la chiusura della pianta. Il cambiamento della luce è il motivo della trasformazione”. Questo commento è riferito ad uno schizzo che raffigura una pianta tipica del deserto che regola la sua apertura in funzione della luce solare (e che fa riferimento al padiglione CH-91). Dunque per Calatrava il movimento porta all'architettura l'idea del tempo.

Le sue forme in movimento sono frutto dell'applicazione della geometria descrittiva: esse sono sempre riconducibili a precise entità geometriche, quelle che Calatrava ritiene siano le più opportune per dare alle strutture una forte valenza dinamica, anche quando queste non sono dotate di movimento proprio.

In conclusione: l'approccio artistico - che si esprime nella costante ricerca analogica, l'approccio architettonico - che si esprime nella continua ricerca geometrica, e l'approccio ingegneristico - che si esprime nella incessante ricerca del movimento, fanno di Santiago Calatrava, un maestro costruttore unico nel suo genere.

## Bibliografia

Sergio Polano, *Santiago Calatrava. Opera completa*, Electa Editore, Milano, 1996

Gotthold Ephraim Lessing, *Laocoon, an Essay upon The Limits of Painting an Petry*, Dutton, New York, 1959 (Trad. Italiana: *Laocoonte, ovvero sui limiti della pittura e della poesia*)

Richard Lewontin, "The Evolution of Cogniton", in Daniel N. Osherson, Edward E. Smith, cur., *An Invitation to Cognitive Science*, MIT Press, Cambridge, Mass. 1997

AA.VV., *Santiago Calatrava*, Catalogo della mostra antologica tenuta a Valencia nel maggio/giugno 1993, El Croquis Editorial, Madrid, 1993

W. Kandinsky, *PUNTO LINEA SUPERFICIE*, Adelphi Edizioni, Milano, 1968,

Intervista a Santiago Calatrava, Parigi, novembre, 1995

Intervista a Santiago Calatrava, Zurigo, giugno 1997

Alexander Tzonis, *Santiago Calatrava. Opera completa*, Rizzoli libri illustrati Editore, Milano, 2004

Le Corbusier, *New World of Space*, Reynald & Hitchcock, New York, 1948

Lewis Mumford, *Surrealism and Civilization*, in "The New Yorker", 19 dicembre 1936

Mirko Zanini (a cura di), *Santiago Calatrava. Libro Segreto*, Federico Motta Editore, Milano, 1995

Philip Jodidio, *Santiago Calatrava*, Taschen Editore, Colonia, 2003

Mario De Micheli, *Le avanguardie artistiche del Novecento*, Universale economica Feltrinelli, Milano, 1991

Bertrand Lemoine, *Santiago Caratava. Un sculpture du jeu des forces*, in L'architecture d'aujourd'hui, n. 267, febbraio, 1990

Santiago Calatrava, *Padiglioni neogotici*, in Lotus n. 78, ottobre, 1993

Santiago Calatrava, *appunti*

