

Gaia Leandri

Università degli Studi di Genova
gaia.leandri89@gmail.com

Maria Linda Falcidieno

Università degli Studi di Genova
alcidieno@arch.unige.it

Maria Elisabetta Ruggiero

Università degli Studi di Genova
mariaelisabetta.ruggiero@unige.it

L'architettura del futur: neurociència i disseny per a espais humans

Resum: Aquesta contribució pretén explorar la relació entre l'entorn construït, la societat i la neurociència a través d'algunes reflexions i experiències de recerca en curs a Itàlia. El sector del disseny arquitectònic s'enfronta a una crisi de llarga durada arrelada als ràpids canvis de la societat, en una modernitat que ja insinua el futur però que de vegades sembla incontrolable.

El fenomen del turisme de masses, la reutilització inadequada d'edificis antics i les tecnologies sofisticades però poc fàcils d'utilitzar mostren als arquitectes actuals els límits d'un disseny que només ha aconseguit abordar parcialment el concepte de "disseny futur". La nova disciplina emergent de la neuroarquitectura, que combina el món del disseny amb la neurociència i l'estudi del comportament humà, pot abordar algunes preguntes sobre la nostra percepció dels edificis i les ciutats, proporcionant mesures objectives per inspirar el futur disseny arquitectònic basades en l'evidència. La neurociència pot proporcionar eines de control que seran valuoses més enllà del temps present perquè se centren en la psique i el benestar dels éssers humans.

Paraules clau: Emocions; percepció; ciutat; neuroarquitectura; disseny de futur

The architecture of the future: neuroscience and design for human spaces

Abstract: This contribution aims to explore the relationship between the built environment, society, and neuroscience through some reflections and ongoing research experiences in Italy. The architectural design sector is facing a long-standing crisis rooted in the rapid changes of society, in a modernity that already hints at the future but sometimes seems uncontrollable.

The phenomenon of mass tourism, the improper reuse of ancient buildings, and sophisticated but user-unfriendly technologies show today's architects the limits of a design that has only partially succeeded in

addressing the concept of "future design." The newly emerging discipline of neuroarchitecture, which combines the world of design with neuroscience and the study of human behavior, can address some questions about our perception of buildings and cities, providing objective measurements to inspire future evidence-based architectural design. Neuroscience can provide control tools that will be valuable beyond the present time because they are centered on the psyche and the well-being of human beings.

Keywords: Emotion; perception; city; neuroarchitecture; future design

La arquitectura del futuro: neurociencia y diseño para espacios humanos

Resumen: Esta contribución pretende explorar la relación entre el entorno construido, la sociedad y la neurociencia a través de algunas reflexiones y experiencias de investigación en curso en Italia. El sector del diseño arquitectónico se enfrenta a una crisis de larga duración arraigada a los rápidos cambios de la sociedad, en una modernidad que ya insinúa el futuro pero que a veces parece incontrolable. El fenómeno del turismo de masas, la reutilización inadecuada de edificios antiguos y las tecnologías sofisticadas, pero poco fáciles de utilizar muestran a los arquitectos actuales los límites de un diseño que sólo ha logrado abordar parcialmente el concepto

de "diseño futuro". La nueva disciplina emergente de la neuroarquitectura, que combina el mundo del diseño con la neurociencia y el estudio del comportamiento humano, puede abordar algunas preguntas sobre nuestra percepción de los edificios y ciudades, proporcionando medidas objetivas para inspirar el futuro diseño arquitectónico basadas en la evidencia. La neurociencia puede proporcionar herramientas de control que serán valiosas más allá del tiempo presente porque se centran en la psique y bienestar de los seres humanos.

Palabras clave: Emociones; percepción; ciudad; neuroarquitectura; diseño de futuro

L'architecture de l'avenir : neuroscience et conception graphique pour les espaces humains

Résumé : Cette contribution prétend explorer le rapport entre le milieu bâti, la société et la neuroscience, moyennant quelques réflexions et expériences de recherche en cours en Italie. Le domaine de la conception architecturale fait face à une crise de longue durée enracinée dans les changements rapides de la société, dans une modernité qui insinue déjà l'avenir mais qui, parfois, semble incontrôlable. Les phénomènes du tourisme de masse, la réutilisation inappropriée des bâtiments anciens et les technologies sophistiquées mais difficiles à utiliser montrent aux architectes actuels les limites d'une conception graphique qui a réussi seulement à aborder partiellement le concept de «

conception graphique future ». La nouvelle matière émergente de la neuro-architecture, qui combine le monde de la conception graphique avec la neuroscience et l'étude de la conduite humaine, peut aborder quelques questions sur notre perception des bâtiments et des villes, en fournissant des mesures objectives pour inspirer la future conception graphique architecturale fondées sur l'évidence. La neuroscience peut promouvoir des outils de contrôle utiles au-delà du temps présent, car ils visent sur la psyché et le bien-être des êtres humains.

Mots-clés : Émotions ; perception ; ville ; neuro-architecture ; conception graphique de futur

La crisi de l'arquitectura moderna a Itàlia

“Les ciutats, com els somnis, estan fetes de desitjos i por.”¹

En un taller recent celebrat al Departament d'Arquitectura i Disseny a Gènova, titulat “L'espai de la ciutat entre la sociabilitat i la performativitat”,² un artista va projectar la declaració de Calvino en una gran pantalla, esperant que els participants, tant professors com estudiants d'arquitectura i disseny compartiren les seues opinions espontànies sobre la qüestió. Alguns parlaven com a professionals, alguns com a ciutadans, alguns com a qui ha viscut la ciutat de Gènova recordant els seus trets ara desapareguts, i alguns com a qui la coneix només com a turista. La discussió prompte es va enriquir amb múltiples reflexions en un debat sempre actual. La societat influeix en l'arquitectura o viceversa? Què significa per a la societat moderna viure en una ciutat heretada del passat? I què pot fer l'arquitecte de hui per tindre el control de la ciutat de demà?

En l'àmbit de l'educació per projectes, fa ara més de cinquanta anys que es parla de la *crisi* de la construcció.

La llarga reflexió sobre l'evolució dels edificis i la seua relació amb la societat que els habita ens ensenya que la ruptura amb la *consciència espontània*, l'arquitectura de l'ésser humà—per a l'ésser humà— és una qüestió antiga.

Les nocions de *firmitas*, *venustas*, *utilitas*³ que l'antiga Roma va codificar i va deixar com a llegat a un món cada vegada més caòtic, són pedres angulars del disseny arquitectònic de cada època. Tot i això, l'època en què l'edificació estava fermament ancorada a l'època actual, segons uns principis estretament relacionats amb les necessitats existencials i primàries de l'ésser humà, amb materials i formes que l'entorn suggeria espontàniament, sembla llunyana.⁴ Si les primeres exploracions i els primers contactes comercials entre diferents poblacions introdueixen canvis en l'arquitectura local, amb encavalcaments i exercicis estilístics que tanmateix s'assimilen a la lògica de les *utilitas*, a partir del 1700 la crisi s'aprofundeix, amb una manifesta desconfiança en els comportaments heretats, fins a la separació completa dels

The crisis of modern architecture in Italy

“The cities, like dreams, are built of desires and fears.”¹

In a recent workshop held at the Department of Architecture and Design in Genoa, titled “The Space of the City between Sociability and Performativity,”² an artist projected Calvino's statement on a large screen, waiting for participants, both faculty and students from architecture and design courses, to share their spontaneous opinions on the matter. Some spoke as professionals, some as citizens, some as who had experienced the city of Genoa recalling its now vanished traits, and some as who knew it just as a tourist. The discussion soon enriched with multiple insights in a debate that is always current. Does society influence architecture or vice versa? What does it mean for modern society to live in a city inherited from the past? And what can today's architect do in order to have control over the city of tomorrow?

In the field of project education, the *crisis* of construction has been discussed for over fifty years now.

The long reflection on the evolution of buildings and their relationship with the society that inhabit them teaches us that the break with *spontaneous consciousness*, the architecture of the human being – for the human beings, is an ancient matter.

The notions of *firmitas*, *venustas*, *utilitas*³ that ancient Rome codified and left as a legacy to an increasingly chaotic world, are cornerstones of architectural design in every era. Yet the time when building was firmly anchored to the current time, according to principles closely related to the existential and primary needs of the human being, with materials and forms that the environment spontaneously suggested,⁴ seems distant. If the first explorations and the first commercial contacts between different populations introduce changes in the local architecture, with overlaps and stylistic exercises that are nevertheless assimilated in the logic of *utilitas*, from the 1700s the crisis deepens, with a manifest distrust in inherited behaviours, until the complete separation of the characters of the *architect*, the *engineer*, and the *urban planner* in the 1800s, a prelude to subsequent confused experimentation.⁵

personatges de l'*arquitecte*, l'*enginyer* i l'*urbanista* a la dècada del 1800, preludi de la posterior experimentació confusa.⁵

L'arquitectura occidental de principis del 1900 és el triomf de nous materials i solucions de disseny, aprofitant els nous coneixements tècnics per buscar els trets distintius de la producció del disseny del segle. Així, s'estableixen regles per a les formes pures, es rebutja l'ornamentació, la forma i el disseny s'optimitzen d'acord amb la funció. Fins i tot l'usuari esdevé un paràmetre de proporcions físiques, una "mesura" a respectar en la realització del disseny.⁶ De la mateixa manera, s'estudien i es redissenyen les ciutats: l'estudi de la història econòmica, política i social de la nació esdevé el patró per a la recuperació del teixit constructiu i de les noves estratègies urbanístiques.⁷

L'entrada al nou mil·lenni ha estat molt convulsa per al sector del disseny. Si el dissenyador d'ahir va qüestionar la societat del futur, intentant anticipar la utilitat de la seua obra a través de l'estudi de la societat contemporània en un procés lineal global, els factors que han anat entrant en joc des de finals del 1900 són cada vegada més nombrosos i cada vegada més complexos d'abordar o controlar. Aquesta complexitat descoratjadora, constituïda per factors socials, tecnològics, climàtics i econòmics, ha anat acompanyada d'una tendència creixent a operar en una mena d'*aïllament* del que era o serà de l'edifici i el seu entorn. La crisi que enfrontem a Itàlia entrelaça tant l'edifici únic, l'ús previst del qual s'ha perdut amb el temps o no ha estat acceptat per una societat que canvia ràpidament, com el teixit urbà, hui compost per juxtaposicions del patrimoni romà-medieval i experiments contemporanis nascuts de la pràctica econòmica o d'un exercici de poder.

"El moment constructiu actual es caracteritza per grans discontinuïtats de productes i intencions: discontinuïtats que pràcticament es tradueixen en la formació d'àrids urbans fets d'objectes molt personalitzats i amb poca correlació mútua. [...] És una construcció descriptiva del moment històric de la societat: una arquitectura consumista, on el producte no es pot acabar abans de ser superat, en una lluita contínua entre individus que es correlaciona bé amb els mecanismes capitalistes de la competència, de l'interès econòmic de l'individu a

Western architecture of the early 1900s is the triumph of new materials and design solutions, exploiting new technical knowledge to seek the distinctive traits of the design production of the century. Thus, rules for pure forms are established, ornament is rejected, form and design are optimized based on function. Even the user becomes a parameter of physical proportions, a "measure" to be respected in the realization of the design.⁶ In the same way, cities are studied and redesigned: the study of the economic, political, and social history of the nation becomes the yardstick for the recovery of the building fabric and for the new urban strategies.⁷

The entry into the new millennium has been rather tumultuous for the design sector. If the designer of yesterday questioned the society of the future, trying to anticipate the usefulness of his work through the study of contemporary society in an overall linear process, the factors that have gradually come into play since the late 1900s are increasingly numerous and increasingly complex to tackle or control. This discouraging complexity,

constituted by social, technological, climatic, and economic factors, has been accompanied by an increasing tendency to operate in a sort of *isolation* from what was or will be of the building and its surroundings. The crisis we are now facing in Italy entwines both the single building, whose intended use has been lost over time or has not been embraced by a rapidly changing society, and the urban fabric, today composed of juxtapositions of Roman-medieval heritage and contemporary experiments born of economic practice or an exercise of power.

"The current construction moment is characterized by great discontinuities of products and intentions: discontinuities that practically translate into forming of urban aggregates made of highly personalized objects with little mutual correlation. [...] It is a construction descriptive of the historical moment of the society: a consumerist architecture, where the product cannot be finished before being surpassed, in a continuous struggle between individuals that well correlates with the capitalist mechanisms of competition, of the individual's

costa de la comunitat. El producte arquitectònic es manifesta només com una afirmació de la signatura del seu inventor”.⁸

Eixir d'aquesta *crisi* no sembla una tasca senzilla. Els dissenyadors actuals s'enfronten a múltiples reptes. Se'ls convida a imaginar el futur de la societat amb les seues obres i han de ser capaços de crear una tensió ideal entre aquest horitzó i l'acció concreta en el temps present per guiar qualsevol desenvolupament possible d'una arquitectura que torne a centrar l'individu.

El disseny del futur es presenta, doncs, com un repte complex, però potser, gràcies a la lenta consciència de la llarga crisi del nou mil·lenni, és un repte que sap organitzar-se entre els diversos àmbits que abans van ser peces fonamentals de coneixement d'un arquitecte, des de l'enginyeria fins a la biologia.

Els arquitectes i les escoles d'arquitectura modernes se centren cada vegada més no només en les solucions tecnològiques que seran part integral del futur de la humanitat, sinó també en com aquestes poden fer que els edificis siguin més eficients, autònoms, ecològics i especialment centrats en l'ésser humà, entès no només com a element *físic* sinó també com a individu que regula la seua conducta en funció dels estímuls ambientals.

A la seua *De Architectura*, Vitruvi espera que l'arquitecte “tinga una formació literària, siga hàbil en dibuix, tinga coneixements de geometria, conega bona cosa de relats històrics, haja assistit a classes de filosofia amb atenció, sàpiga música, tinga alguns coneixements mèdics, conega les opinions dels juristes, haja adquirit les lleis de l'astronomia”.⁹

La medicina, una ciència que durant molt de temps va descriure l'home en la seua dimensió física i, més recentment, psicològica, és potser la nova autèntica eina innovadora al servei del dissenyador. Els avenços en el camp de la neurociència han permès investigar cada vegada més la ment humana i a poc a poc van revelant com el treball humà, des de l'edifici fins a la ciutat, pot influir en les nostres emocions i, en conseqüència, en les nostres accions. Per tant, el que hui es defineix com a *neuroarquitectura*, una autèntica innovació en el sector de

economic advantage at the expense of the community. The architectural product manifests itself only as an affirmation of the signature of its inventor.”⁸

Emerging from this *crisis* does not seem a simple task. Today's designers face multiple challenges. They are invited to envision the future of society with their works and must be able to create an ideal tension between that horizon and concrete action in the present time to guide every possible development of an architecture that once again centers the individual.

The design of the future thus presents itself as a complex challenge, but perhaps, thanks to the slow awareness of the long crisis of the new millennium, it is a challenge that knows how to organize itself among the various fields that were once fundamental parts of an architect's knowledge, from engineering to biology.

The focus of modern architects and architectural schools, is increasingly not only on the

technological solutions that will be an integral part of humanity's future but also on how these can make buildings more efficient, autonomous, ecological, and especially human-centered, understood not only as a *physical* element but also as an individual who regulates his behavior based on environmental stimuli.

In his *De Architectura*, Vitruvius hopes that the architect “has a literary education, is skilled in drawing, is knowledgeable in geometry, knows a good number of historical accounts, has attended to philosophy lessons with attention, knows music, has some medical knowledge, knows the opinions of jurists, has acquired the laws of astronomy”.⁹

Medicine, a science that for a long time described man in his physical dimension and, more recently, psychological, is perhaps the new true innovative tool at the service of the designer. Advancements in the field of neuroscience have made it increasingly possible to investigate the human mind and are slowly revealing how human work, from the building to the city, can influence our emotions

la construcció des de finals del segle passat, és un dels camps d'estudi que ens pot mostrar els límits i potencialitats del món del disseny, obrint nous escenaris tangibles on una vegada només ens vam basar en la intuïció.

La ciutat d'ahir per la societat de demà. Edificis vells, eines noves

Els edificis, i amb ells ciutats senceres, estan construïts pels humans per als humans. Aquell fenomen de *consciència espontània*, inherent a cada època i lloc, és capaç d'adaptar espontàniament els espais heretats. A Itàlia, els exemples són nombrosos i variats, si pensem en totes les antigues estructures romanes que hem heretat sobre les quals les societats medievals, renaixentistes, barroques i modernes han empeltat els seus edificis o el teixit urbà de la ciutat.

És poc probable que els constructors del 1200 s'hagueren pogut imaginar que una *loggia* genovesa, una "habitació" oberta a la planta baixa de molts edificis de la ciutat de Ligúria, un espai d'importància fonamental per a la societat medieval per a la realització de moltes activitats familiars, algun dia s'utilitzaria com a B&B (figura 1). De la mateixa manera, un noble del 1500 que havia demanat que es projectara un atri triomfal per al seu palau, no estaria massa content de veure'l transformat en una botiga de roba moderna, on els transeünts, entre bastidors de roba, sembla que ignoren el gran disseny monumental de l'espai que els acull (figura 2).

Però si bé la reutilització d'espais és en gran part una bona pràctica que ha salvaguardat molts edificis històrics, també hi ha un efecte negatiu derivat del gran fenomen del moviment global de masses que ha augmentat exponencialment en els darrers trenta anys. L'impacte socioeconòmic del turisme de masses a les ciutats italianes no sempre és del tot positiu. En efecte, avui comença a mostrar moltes repercussions negatives en la gestió i percepció dels espais arquitectònics i urbans.¹⁰ El fenomen d'aquest turisme de rapa-fuig, cada vegada més popular, ha provocat un augment de les instal·lacions d'allotjament i restauració sovint

and, consequently, our actions. Therefore, what is today defined as *neuroarchitecture*, a real innovation in the construction sector since the end of the last century, is one of the fields of study that can show us the limits and potentials of the design world, opening up new tangible scenarios where we once only relied on intuition.

The city of yesterday for the society of tomorrow. Ancient buildings, new tools

Buildings, and with them entire cities, are built by humans for humans. That phenomenon of *spontaneous consciousness*, inherent to every era and place, is capable of spontaneously adapting inherited spaces. In Italy, examples are numerous and varied, if we think of all the ancient Roman structures we have inherited upon which medieval, Renaissance, Baroque, and modern societies have grafted their buildings or the city's urban fabric.

It is unlikely that the builders of the 1200s could have imagined that a Genoese loggia, an open

"room" on the ground floor of many buildings in the Ligurian city, a space of fundamental importance for the medieval society for the performance of many family activities, would one day be used as a B&B (figure 1). Similarly, a nobleman of the 1500s who had asked for a triumphal atrium to be designed for his palace would not be very happy to see it transformed into a modern clothing store, where passersby, between racks of clothes, seem to ignore the grand monumental design of the space that welcomes them (figure 2).

But while the reuse of spaces is largely a good practice that has safeguarded many historic buildings, there is also a negative effect arising from the great phenomenon of global mass movement that has exponentially increased in the past thirty years. The socio-economic impact of mass tourism in Italian cities is not always entirely positive. Indeed, today it begins to show many negative repercussions in the management and perception of architectural and urban spaces.¹⁰ The phenomenon of *hit-and-run* tourism, increasingly popular, has led to an increase in accommodation

inserir-les en entorns inadequats, sense tindre en compte que ha comportat el progressiu despoblament dels residents de les zones turístiques.

Cada vegada són més les ciutats que recorren a estratègies per salvaguardar el seu patrimoni construït, sobretot quan es tracta de la ciutat històrica. Penseu només en Venècia, que ha regulat l'accés modificant el flux de trànsit de vaixells al centre antic,¹¹ o a Roma, que està avaluant normes "anti B&B" per limitar l'ús indegut de molts edificis del centre antic. El fenomen del turisme de masses ha tingut un impacte important no només en l'ús real previst de molts edificis, sinó també en la percepció que els residents tenen de la seua ciutat.

La dècada dels 2020 marca l'era de les ciutats intel·ligents, que amplien el concepte d'automatització d'edificis a nivell urbà, utilitzant les tecnologies de la informació i la comunicació (TIC) per millorar la qualitat de vida, l'eficiència dels serveis públics i la sostenibilitat ambiental. Els sensors, les dades i la intel·ligència artificial s'integren per gestionar de manera eficient els recursos urbans, des de la gestió intel·ligent del trànsit fins al control de la contaminació per reduir els costos operatius i l'impacte ambiental.¹² Les ciutats intel·ligents sovint es celebren com a símbols del progrés tecnològic i la innovació, representant un futur on l'eficiència, la sostenibilitat i la qualitat de vida s'optimitzen mitjançant la tecnologia avançada. Tanmateix, aquesta visió futurista presenta limitacions significatives, ja que no entén com les ciutats són realment percebudes pels seus habitants ni ofereix una orientació clara sobre un millor disseny urbà per al futur. Un dels principals problemes d'aquestes *smart cities* és la seua tendència a afavorir una visió tecnocràtica de la ciutat, on la recollida i l'anàlisi de dades s'utilitzen per optimitzar els serveis i les infraestructures urbanes. Tot i que aquest enfocament pot millorar l'eficiència operativa, sovint descuida els aspectes humans i subjectius de l'experiència urbana.

A més, les ciutats intel·ligents tendeixen a centrar-se a resoldre els problemes *actuals* amb solucions tecnològiques immediates, sense abordar els problemes més profunds i complexos de la planificació urbana a llarg termini. Una altra limitació de les ciutats intel·ligents és la manca d'implicació ciutadana activa en el disseny i la implementació de tecnologies urbanes. Sense una participació significativa de la comunitat, les solucions intel·ligents corren el risc de ser percebudes com a externes o imposades des de dalt, més que com a eines que

facilities and restaurants often inserted in unsuitable environments, without considering that it has led to the progressive resident depopulation of tourist areas.

More and more cities are resorting to strategies to safeguard their built heritage, especially when it comes to the historic city. Just think of Venice, which has regulated access by modifying boat traffic flow in the ancient center,¹¹ or Rome, which is evaluating "anti B&B" rules to limit the improper use of many buildings in the ancient center. The phenomenon of mass tourism has had a significant impact not only on the actual intended use of many buildings but also on the perception that residents have of their city.

The 2020s mark the era of *smart cities*, which expand the concept of building automation to an urban level, using information and communication technologies (ICT) to improve the quality of life, efficiency of public services, and environmental sustainability. Sensors, data, and artificial

intelligence are integrated to efficiently manage urban resources, from intelligent traffic management to pollution control to reduce operational costs and environmental impact.¹² Smart cities are often celebrated as symbols of technological progress and innovation, representing a future where efficiency, sustainability, and quality of life are optimized through advanced technology. However, this futuristic vision presents significant limitations, failing to grasp how cities are truly perceived by their inhabitants or to provide clear guidance on better urban design for the future. One of the main problems with smart cities is their tendency to favour a technocratic vision of the city, where data collection and analysis are used to optimize urban services and infrastructure. While this approach can improve operational efficiency, it often neglects the human and subjective aspects of the urban experience.

Moreover, smart cities tend to focus on solving *current* problems with immediate technological solutions, without addressing the deeper and more

responen a les necessitats i desitjos reals dels habitants. Això pot provocar un desajust entre les aspiracions tecnològiques de les ciutats intel·ligents i les expectatives quotidianes dels ciutadans, creant una bretxa entre la ciutat ideal i la real. Així doncs, sembla necessari integrar la dimensió tecnològica amb una comprensió profunda de les dinàmiques socials, culturals i emocionals que caracteritzen la vida urbana mitjançant un enfocament holístic de la planificació urbana, valorant la participació ciutadana, anàlisi qualitativa de les experiències urbanes i una visió a *llarg termini* que tinga en compte les necessitats futures. Només així serà possible crear ciutats no només intel·ligents sinó també humanes, capaces de respondre de manera significativa i inclusiva als reptes futurs.



Figura 1. Un edifici del segle XII on encara es veu l'estructura medieval original, adaptat en un B&B modern. Gènova, Itàlia.

Figure 1. A 12th-century building where the original medieval structure is still visible, adapted into a modern B&B. Genoa, Italy.

complex issues of long-term urban planning. Another limitation of smart cities is the lack of active citizen involvement in the design and implementation of urban technologies. Without meaningful community participation, smart solutions risk being perceived as external or imposed from above, rather than as tools that respond to the real needs and desires of inhabitants. This can lead to a misalignment between the technological aspirations of smart cities and the everyday expectations of citizens, creating a gap between the ideal city and the

real one. It thus appears necessary to integrate the technological dimension with a profound understanding of the social, cultural, and emotional dynamics that characterize urban life through a holistic approach to urban planning, valuing citizen participation, qualitative analysis of urban experiences, and a *long-term* vision that takes future needs into account. Only in this way will it be possible to create cities that are not only smart but also human, capable of responding meaningfully and inclusively to future challenges.



Figura 2. L'atri d'un palau nobiliari del 1500, ara convertit en centre comercial. Gènova, Itàlia.

Figure 2. The atrium of a noble palace from the 1500s, now converted into a shopping center. Genoa, Italy.

Jonas Salk i la neuroarquitectura

“Junts, els científics de Salk redefeixen com la humanitat s’entén a si mateixa i el món al qual anomena casa”.¹³ Jonas Salk no és només el metge que l’any 1957 va desenvolupar la primera vacuna segura i eficaç contra la poliomièlitis. És el fundador de *The Salk Institute*, “un lloc curiós, no fàcil d’entendre, i el motiu és que aquest és un lloc en procés de creació. S’està creant i es dedica a estudis de creació. No podem estar segurs del que passarà ací, però podem estar segurs que contribuirà al benestar i la comprensió de l’home”.¹⁴ Quan encara estava en el complex procés de prova de la vacuna, el doctor Salk va decidir fer un viatge a Itàlia per fugir de la pressió d’erradicar ràpidament el virus. Va optar per retirar-se a la basílica d’Assís, un magnífic exemple del gòtic italià que porta en si la monumentalitat del romànic (figura 3). L’experiència de quedar-se en aquell lloc va influir tan profundament en

Jonas Salk and the neuroarchitecture

“Together, Salk scientists redefine how humanity understands itself and the world it calls home”.¹³ Jonas Salk is not just the doctor who in 1957 developed the first safe and effective polio vaccine. He is the founder of *The Salk Institute*, “a curious place, not easily understood, and the reason for it is that this is a place in the process of creation. It is being created and is engaged in studies of creation. We cannot be

certain what will happen here, but we can be certain it will contribute to the welfare and understanding of man”.¹⁴ When he was still in the complex process of testing the vaccine, Dr. Salk decided to take a trip to Italy to escape the pressure of quickly eradicating the virus. He chose to retreat to the Basilica of Assisi, a magnificent example of Italian Gothic that carries within it the monumentality of the Romanesque style (figure 3). The experience of staying in that place so deeply influenced Salk that it created the right

Salk que va crear les condicions adequades per a un avenç en el seu treball, donant lloc a la intuïció necessària per perfeccionar la vacuna.¹⁵ Va tornar a Amèrica i va iniciar l'assaig mèdic més gran de la història per desenvolupar el medicament que salvaria milers de vides. Els dissenyadors del monestir d'Assís no podien haver previst un impacte tan significatiu de la seua arquitectura en la història humana, una inspiració antiga que va ser suficient per salvar generacions futures senceres. Igualment, per a Salk, va seguir sent un misteri fascinant, aquella sensació de pau majestuosa experimentada entre els forts murs del monestir que d'alguna manera va influir en el seu pensament. Tot i això, estava segur que l'antiga intenció dels dissenyadors de crear un lloc místic a través de formes, proporcions i espais precisos havia sobreviscut intacte al llarg del temps, junt amb el poder d'aquell lloc.

El biòleg va decidir contactar amb un dels principals arquitectes contemporanis, Louis Kahn, per proposar-li el disseny d'un nou centre de recerca multidisciplinari basat en els principis que ell mateix havia experimentat. Així, l'any 1963 va néixer a La Jolla, Califòrnia, l'Institut Salk, un lloc on els científics encara poden retirar-se en pau en espais especialment creats (figura 4). Aquest va ser l'embrió de la neuroarquitectura moderna, establerta oficialment l'any 2005 amb la fundació de la primera Acadèmia de Neurociència per a l'Arquitectura (ANFA) per estudiar la influència dels entorns arquitectònics en la ment i, per tant, en el comportament humà. Des d'aleshores, molts altres instituts i grups de recerca d'arreu del món s'han unit a l'ANFA per buscar respostes definitives, abans inabastables, en la interacció entre els humans, la creativitat i l'entorn construït. Així, la investigació mèdica es troba al costat de la investigació arquitectònica, com Vitruvi va imaginar fa dos mil·lennis, amb l'esperança d'aclarir preguntes les respostes de les quals permetrien un disseny cada vegada més eficient dirigit a les necessitats humanes. Només entre el 2018 i el 2022, es van publicar més de 2567 articles sobre el tema de la neuroarquitectura i la neurociència que estudien el cervell humà, la biologia i la neurologia.¹⁶ Les investigacions realitzades els darrers anys ja indiquen estàndards precisos per dissenyar entorns concrets: la il·luminació d'un espai, el color de les parets, l'alçada del sostre, la presència de finestres o vegetació; ja s'han estudiat molts factors des de la perspectiva neurocognitiva, conductual, i influència emocional.¹⁷

conditions for a breakthrough in his work, leading to the intuition needed to perfect the vaccine.¹⁵ He returned to America and initiated the largest medical trial in history to develop the medication that would save thousands of lives. The designers of the Assisi monastery could not have foreseen such a significant impact of their architecture on human history — an ancient inspiration that sufficed to save entire future generations. Similarly, for Salk, it remained a fascinating mystery, that feeling of majestic peace he experienced among the monastery's powerful walls that somehow influenced his thinking. Yet he was certain that the ancient intention of the designers to create a mystical place through precise forms, proportions, and spaces had survived intact over time, along with the power of that place.

The biologist decided to contact one of the leading contemporary architects, Louis Kahn, to propose the design of a new multidisciplinary research center based on the principles he himself had experienced. Thus, in 1963, the Salk Institute was born in La Jolla, California, a place where scientists can still retreat in peace in specially created spaces (figure 4). This was

the embryo of modern neuroarchitecture, officially established in 2005 with the founding of the first Academy of Neuroscience for Architecture (ANFA) to study the influence of architectural environments on the mind and therefore on human behavior. Since then, many other institutes and research groups worldwide have joined ANFA in seeking definite answers, once unattainable, in the interaction between humans, creativity, and the built environment. Medical research thus finds itself alongside architectural research, as Vitruvius envisioned two millennia ago, in the hope of shedding light on questions whose answers would allow for increasingly efficient design targeted at human needs. Between 2018 and 2022 alone, over 2567 papers were published on the topic of neuroarchitecture and the neuroscience studying the human brain, biology and neurology.¹⁶ Research conducted in recent years already indicates precise standards for designing specific environments: the lighting of a space, the color of the walls, the ceiling height, the presence of windows or vegetation—many factors have already been studied from the perspective of neurocognitive, behavioral, and emotional influence.¹⁷

L'arquitecte del futur podrà recórrer a les disciplines de la biologia, la neurologia, la psicologia i les ciències socials per trobar paràmetres objectius que el guie en la realització formal-compositiva del projecte. Però tècniques cada vegada més sofisticades per a l'adquisició de dades neurofisiològiques, com ara l'electroencefalograma (EEG) o la ressonància magnètica (fMRI), permeten investigacions encara més profundes, arribant al reconeixement objectiu d'algunes emocions fonamentals com a part de la comunicació no verbal.¹⁸ Aquestes eines d'investigació, aplicades al ventall de les emocions, hui utilitzen imatges i vídeos genèrics, majoritàriament relacionats amb animals o rostres humans. Tanmateix, sorgeix la pregunta de què pot passar quan el camp d'investigació és l'entorn construït. "L'acord implícit, al llarg de la història, sembla ser que l'arquitectura, a través de la seua utilitat, força i bellesa, afecta el perceptor humà més enllà del món material i ordinari tal com el coneixem perquè afecta l'ànima i la ment".¹⁹ L'espai ens influeix, fins i tot quan es desnaturalitza i es modifica des de la seua finalitat original. Aprendre a entendre com percebem aquesta influència significa, en el futur, aprendre a predir-la i, almenys en part, a controlar-la.



Figura 3. La Basílica Papal i el Sacre Convent de Sant Francesc d'Assís. Itàlia.

Figure 3. The Basilica Papale and Sacro Convento di San Francesco in Assisi. Italy.

The architect of the future will be able to draw on the disciplines of biology, neurology, psychology, and social sciences to find objective parameters to guide them in the formal-compositional realization of the project. But increasingly sophisticated techniques for acquiring neurophysiological data, such as electroencephalogram (EEG) or magnetic resonance imaging (fMRI), allow for even more in-depth investigations, reaching the objective recognition of some fundamental emotions as part of non-verbal communication.¹⁸ These investigative tools, applied to the range of emotions, today use generic images

and videos, mostly related to animals or human faces. However, the question arises as to what can happen when the field of investigation is the built environment. "The implicit agreement, throughout history, seems to be that architecture, through its utility, strength, and beauty, affects the human perceiver beyond the ordinary, material world as we know it because it affects the soul and mind".¹⁹ Space influences us, even when it is denatured and modified from its original purpose. Learning to understand how we perceive this influence means, in the future, learning to predict it and, at least in part, control it.



Figura 4. *The Salk Institute*. La Jolla, California.

Figure 4. The Salk Institute. La Jolla, California.

El projecte PATHOS: la percepció de la ciutat i del comportament humà

Si cada cop sorgeixen més respostes pel que fa als paràmetres de disseny d'edificis concrets de nova construcció, el territori de percepció i resposta emocional envers allò que ja existeix a la zona roman en gran part inexplorat. Aquesta investigació, que sembla més orientada al passat que al futur, és en realitat una eina de control molt important en la gestió tant de les architectures històriques com de la planificació territorial futura. "Pràcticament, la majoria dels patrons arquitectònics per influir en el comportament impliquen, d'una manera o una altra, la disposició física dels elements de la construcció, dins o fora, o un canvi en les propietats dels materials".²⁰ Tot i que estem parlant d'alguna cosa intangible com les emocions, els pensaments, les percepcions, tots aquests elements troben traducció en

The PATHOS project: the perception of the city and human behavior

If more and more answers are emerging regarding design parameters for newly constructed individual buildings, the territory of perception and emotional response to what already exists in the area remains largely unexplored. This investigation, which seems more oriented towards the past than the future, is actually a very important control tool in

managing both historical architectures and future territorial planning. "Practically, most architectural patterns for influencing behaviour involve, in one way or another, the physical arrangement of building elements – inside or outside – or a change in material properties."²⁰ Although we are discussing something intangible like emotions, thoughts, perceptions, all these elements find translation into material form and composition in architectural design. To arrive at the translation

forma material i composició en el disseny arquitectònic. Per arribar a la traducció d'aquests paràmetres, cal investigar què i com les geometries, els ordres espacials, les formes i els colors actuen realment sobre la nostra psique mitjançant la visió i el processament psicològic posterior. En els darrers anys, s'han començat a intentar abordar la qüestió emocional vinculada a l'espai arquitectònic, però els experiments es mantenen limitats a alguns casos concrets, especialment en referència a entorns domèstics, hospitalaris o de serveis públics on l'anàlisi del tema es limita a les expressions facials.²¹

Des del febrer de 2024, un nou projecte titulat "Percepció de l'arquitectura, el territori i el patrimoni: observació i sensació (PATHOS)" està en marxa a Itàlia. El projecte es realitza en col·laboració entre el Departament d'Arquitectura i Disseny, el Departament de Neurociència de la Universitat de Gènova, el Departament d'Arquitectura i Disseny de la Universitat Politècnica de Torí i el Departament d'Enginyeria de la Universitat de Pisa. El nucli de la recerca és l'estudi d'aquells sentiments que inevitablement, sovint inconscientment, ens acompanyen a mesura que ens movem per diferents àmbits del paisatge urbà. El desenvolupament de la recerca es divideix en tres parts: tallers de disseny, proves psicològiques i anàlisis de laboratori. Al llarg de les tres fases de l'estudi, es demanarà als participants i als observadors externs que connecten diferents emocions, tant negatives com positives, amb diferents zones de les ciutats de Pisa i Gènova, segons la seua percepció. En concret, durant els dos tallers, els participants van representar a través de diverses eines de representació, com ara el dibuix lliure i la fotografia, els elements de l'espai de la ciutat que suggereixen aquest sentiment particular (figura 5). Simultàniament, es realitzaran enregistraments de laboratori de potencials evocats visuals mitjançant electroencefalografia (EEG) per investigar la reacció de l'escorça visual primària i les àrees d'associació relacionades amb imatges amb contingut arquitectònic (figura 6).

Aquest experiment s'està duent a terme per primera vegada en aquestes modalitats, on la col·laboració entre disciplines de representació, psicologia i neurologia revelarà què i quant del patrimoni arquitectònic urbà realment experimentat afecta directament el

of these parameters, it is necessary to investigate what and how geometries, spatial orders, shapes, and colors actually act on our psyche through vision and subsequent psychological processing. In recent years, attempts have begun to address the emotional issue linked to architectural space, but experiments remain limited to a few specific cases, particularly in reference to domestic, hospital, or public service environments where subject analysis is limited to facial expressions.²¹

Since February 2024, a new project titled "Perception of Architecture, Territory and Heritage: Observation and Sensation (PATHOS)" has been underway in Italy. The project is conducted in collaboration between the Department of Architecture and Design, the Department of Neuroscience at the University of Genoa, the Department of Architecture and Design at the Polytechnic University of Turin, and the Department of Engineering at the University of Pisa. The heart of the research concerns the study of those feelings that inevitably, often unconsciously, accompany us as we move through different areas of the urban

landscape. The research development is divided into three parts: design workshops, psychological testing, and laboratory analysis. Throughout all three phases of the study, participants and external observers will be asked to connect different emotions – both negative and positive – to different areas of the cities of Pisa and Genoa, according to their perception. In particular, during the two workshops, participants represented through various representation tools, such as free drawing and photography, the elements of the city area suggesting that particular feeling (figure 5). Simultaneously, laboratory recordings of visual evoked potentials through electroencephalography (EEG) will be conducted to investigate the reaction of the primary visual cortex and related association areas to images with architectural content (figure 6).

This experiment is being conducted in these modalities for the first time, where collaboration between representation, psychology, and neurology disciplines will reveal what and how much of the urban architectural heritage actually

nostre estat d'ànim. La nostra reacció, encara que involuntària, al nostre entorn condueix inevitablement a una sèrie de reaccions, que simultàniament influeixen en la manera com vivim el nostre patrimoni i els nostres edificis, en un cicle de condicionament mutu. Els primers resultats ja perfilen algunes característiques interessants dels llocs associades a emocions específiques. Per exemple, els llocs escollits per a les emocions negatives solen ser entorns molt menuts i poc il·luminats, o espais grans on les senyals i vies visuals no són clarament identificables. Al contrari, les emocions positives estan vinculades a llocs que són fàcilment controlats per l'ull. A més, les dades obtingudes dels 200 qüestionaris emplenats fins ara mostren que la comunicació a través del dibuix és molt eficaç, amb un predomini d'indicadors relacionats amb l'espai representat més que amb l'estil de dibuix. En el futur, s'espera que el projecte es pugui ampliar a moltes altres ciutats d'Europa i més enllà. Altres eines com ara *Mobile Brain/Body Imaging* (MoBI)²² es podrien utilitzar per recollir cada vegada més dades i informació sobre els processos cognitius dels humans immersos en l'entorn.



Figura 5. Dibuix fet per Sofia Paoni.

Figure 5. Image by Sofia Paoni.

experienced directly affects our mood. Our reaction, albeit involuntary, to our surroundings inevitably leads to a series of reactions, which in turn influence the way we experience our heritage and our buildings, in a cycle of mutual conditioning. The first results already outline some interesting characteristics of places associated with specific emotions. For example, places chosen for negative emotions tend to be either very small, poorly lit environments, or large spaces where visual cues and pathways are not clearly identifiable. On the contrary, positive emotions are linked to places

that are easily controlled by the eye. Moreover, the data obtained from the 200 questionnaires completed so far show that communication through drawing is highly effective, with a predominance of indicators related to the represented space rather than the drawing style. In the future, it is hoped that the project can be expanded to many other cities in Europe and beyond. Other tools such as Mobile Brain/Body Imaging (MoBI)²² could be used to collect more and more data and information on the cognitive processes of humans immersed in the environment.



Figura 6. Enregistrament de potencials evocats visuals amb EEG durant la visualització d'imatges arquitectòniques.

Figure 6. Recording visual evoked potentials with EEG during the viewing of architectural images.

El passat imperfecte en busca del futur perfecte

El món de hui és el futur d'ahir. Amb la ràpida evolució tecnològica que fa temps que està afectant el sector arquitectònic, el nostre present sembla a vegades anticipar el curs de la història, percebut ja com una visió d'una època futurista. El paper dels arquitectes, el seu treball i el seu enfocament del disseny s'han transformat durant els últims vint anys per un programari cada vegada més sofisticat, que permet formes i complexitats de realització que abans eren inimaginables. La tecnologia sembla ser la gran resposta als reptes i limitacions del disseny previ a l'ordinador. El dissenyador ja no necessita passar hores i hores sobre el paper, en un llarg procés de creació i correcció. En canvi, poden utilitzar el programari més avançat per modelar edificis sencers en poques hores, responen a les solucions de disseny modernes. L'arquitectura actual ja és, d'alguna manera, aquella arquitectura futurista en què tot tipus de dispositius mecànics, estructurals i vegetals sofisticats permeten una nova flexibilitat d'ús i transformabilitat de l'espai.

Ara bé, hui ens trobem davant de qüestions que fins ahir formaven part de la consciència espontània, d'un equilibri natural que ara sembla trencat. La crisi del sector arquitectònic és fàcilment perceptible en molts aspectes: creativitat delegada a les màquines; estandardització de productes, o per contra, productes que no dialoguen amb el context; la relació construcció-

The imperfect past in search of the perfect future

The world of today is the future of yesterday. With the rapid technological evolution that has long been impacting the architectural sector, our present sometimes seems to anticipate the course of history, perceived already as a glimpse of a futuristic era. The role of the architects, their work, and their approach to design have been transformed over the past twenty years by increasingly sophisticated software, enabling forms and complexities of realization that were once unimaginable. Technology appears to be the great answer to the challenges and limitations of pre-computer design. No longer does the designer

need to spend hours and hours on paper, in a lengthy process of creation and correction. Instead, they can use the most advanced software to model entire buildings in a few hours, responding to the modern design solutions. Today's architecture is in some way already that futuristic architecture in which every kind of sophisticated mechanical, structural, and plant device enables a new flexibility of use and transformability of space.

Yet, today we are confronted with issues that until yesterday were part of the *spontaneous consciousness*, of a natural balance that now seems to have been broken. The crisis in the architectural sector is easily discernible in many aspects: creativity delegated to machines;

vegetació; incertesa en l'ús d'espais que canvien ràpidament en una societat que canvia tan ràpidament. La crisi climàtica, el turisme i els fluxos migratoris, el fenomen dels arquitectes estrela, el propi progrés tecnològic, la intel·ligència artificial, són qüestions actuals amb les que cal enfrontar-se, que toquen estranyament els fonaments mateixos de l'arquitectura: la sensibilitat humana, l'habitabilitat dels espais creats i l'equilibri amb el medi natural. Tschumi distingeix els arquitectes en tres categories: els conservadors, els que atenen les necessitats i els gustos de la societat existent; els crítics, que a través de l'escriptura investiguen les contradiccions de la societat i busquen solucions teòriques alternatives; i els revolucionaris, és a dir, els arquitectes que, amb els coneixements adequats, intenten construir noves estructures socials i urbanes en termes pràctics.²³ En tots els casos, el pas del món de les idees a la realitat, i la creació d'un artefacte que s'escapa del control del seu creador, són el que fa de la professió del dissenyador un repte continu, contra un mateix i el sentit d'un futur que és cada cop més esquiú i imprevisible.

Si les arquitectures del passat s'han convertit en meres caixes estructurals de nous entorns, readaptant-los però distorsionant-ne la natura, el que es construeix als anys 2020 s'ha de calibrar necessàriament per satisfer totes les necessitats i noves normatives que pretenen fer front a la crisi esmentada. Ha de respondre a un individu que ara té necessitats complexes i ha de ser capaç d'adaptar-se ràpidament als canvis de la societat, el clima i la tecnologia. D'alguna manera, l'arquitectura actual, per sobreviure en el temps, ha de ser capaç de ser mal·leable i adaptable. Per donar resposta a aquesta sensació d'incertesa, es busquen paràmetres universals que seran les noves pautes per superar aquesta desconexió entre l'entorn construït i l'usuari final. La neurociència no només revela com els colors, les formes, la llum i els sons influeixen en el benestar físic de les persones, sinó que també ofereix eines per analitzar les reaccions emocionals i cognitives als espais, permetent un disseny més centrat en l'usuari. Aquest enfocament científic del disseny pot reduir les incerteses i ambigüitats de l'etapa del procés creatiu, proporcionant dades concretes sobre les quals basar les decisions de disseny que responguen no només a una situació econòmica i social específica de l'època

standardization of products, or conversely, products that do not dialogue with the context; the construction-vegetation relationship; uncertainty in the use of spaces that rapidly change in a society that changes so quickly. Climate crisis, tourism and migratory flows, the phenomenon of *archistars*, technological progress itself, artificial intelligence — all these are current issues to contend with, strangely touching upon the very foundations of architecture: human sensitivity, livability of created spaces, and balance with the natural environment. Tschumi distinguishes architects into three categories: the conservatives, those who address the needs and tastes of existing society; the critics, who through writing investigate the contradictions of society and seek alternative theoretical solutions; and the revolutionaries, namely the architects who, with adequate knowledge, attempt to build new social and urban structures in practical terms.²³ In all cases, the transition from the world of ideas to reality, and the creation of an artifact that escapes the control of its creator, are what makes the profession of the designer a continuous challenge, against oneself and the sense of a future that is increasingly elusive and unpredictable.

If the architectures of the past have become mere structural boxes of new environments, repurposing them but distorting their nature, what is built in 2020s must necessarily be well calibrated to meet all the needs and new regulations that seek to address the aforementioned *crisis*. It must respond to an individual who now has complex needs and must be able to adapt quickly to changes in society, climate, and technology. In some way, today's architecture, to survive over time, must be able to be malleable and adaptable. To respond to this sense of uncertainty, *universal* parameters are sought that will be the new guidelines for overcoming this disconnection between the built environment and the end user. Neuroscience not only reveals how colors, shapes, light, and sounds influence people's physical well-being but also provides tools to analyze emotional and cognitive reactions to spaces, allowing for a more *user-centered* design. This scientific approach to design can reduce uncertainties and ambiguities from the creative process stage, providing concrete data on which to base design decisions that respond not only to a specific economic and social situation of the building's time but can in some way be *timeless*, evaluated based on human emotions that will always be valid.

de l'edifici, sinó que d'alguna manera poden ser atemporals, avaluades basant-se en les emocions humanes que sempre seran vàlides.

Com va suggerir Churchill, “no hi ha cap dubte sobre la influència de l'arquitectura i l'estructura sobre el caràcter i l'acció humana. Nosaltres fem els nostres edificis i després ells ens fan. Ells regulen el curs de les nostres vides”.²⁴ Per tant, al costat de la investigació sobre les característiques formals dels edificis i els seus conjunts, la investigació dels aspectes psicològics sembla fonamental. En resum, la neurociència representa un recurs crucial per als arquitectes contemporanis, oferint una comprensió més profunda de les interaccions humanes amb l'entorn construït i contribuint a la creació d'espais que puguen satisfer eficaçment les necessitats i els desitjos de les persones.

Nota

El projecte PATHOS es realitza en col·laboració entre el Departament d'Arquitectura i Disseny de la Universitat de Gènova (DAD), el Departament de Neurociència, Rehabilitació, Oftalmologia, Genètica i Ciències Materno-Infantil de la Universitat de Gènova (DINOEMI), el Departament d'Enginyeria d'Energia, Sistemes, Territori i Construcció de la Universitat de Pisa (DESTEC) i del Departament d'Arquitectura i Disseny de la Universitat Politècnica de Torí (DAD), en col·laboració amb l'Institut Italià de Tecnologia (IIT).

Notes

¹ Antonio Sanchis, *Historia del Cabanyal: Siglo XX y un incierto futuro* (Valencia: Javier Boronat Editor, 1998), 216-219.

² “The city space between sociality and performativity. Dialogues – interventions – discussions.” Conferencia para los cursos de doctorado en Arquitectura y Diseño y Humanidades Digitales. Entidad organizadora: Departamento de Arquitectura y Diseño (dAD), Universidad de Génova. Coordinadores de la actividad: A. Zinno (DIRAAS), G. Leandri (dAD), M. L. Falcidieno (dAD), R. Cuppone (DIRAAS), E. Bistagnino (dAD), E. Bricco (DLCM). Génova, 10 de abril de 2024.

As Churchill suggested, “there is no doubt whatever about the influence of architecture and structure upon human character and action. We make our buildings and afterwards they make us. They regulate the course of our lives”.²⁴ Therefore, alongside research on the formal characteristics of buildings and their ensembles, investigating psychological aspects seems of fundamental importance. In summary, neuroscience represents a crucial resource for contemporary architects, offering a deeper understanding of human interactions with the built environment and contributing to the creation of spaces that effectively meet the needs and desires of people.

Note

The PATHOS project is conducted in collaboration between the Department of Architecture and Design at the University of Genoa (DAD), the Department of Neuroscience, Rehabilitation, Ophthalmology, Genetics, and Maternal-Infant Sciences at the University of Genoa (DINOEMI), the Department

of Energy, Systems, Territory, and Construction Engineering at the University of Pisa (DESTEC), and the Department of Architecture and Design at the Polytechnic University of Turin (DAD), in partnership with the Italian Institute of Technology (IIT).

Footnotes

¹ “Le città, come i sogni, sono costruite di desideri e di paure”. Italo Calvino, *Le città invisibili* (Milano: Mondadori, 2016), 20.

² “The city space between sociality and performativity. Dialogues – interventions – discussions.” Lecture for the PhD courses in Architecture and Design and Digital Humanities. Organizing entity: Department of Architecture and Design (dAD), University of Genoa. Activity coordinators: A. Zinno (DIRAAS), G. Leandri (dAD), M. L. Falcidieno (dAD), R. Cuppone (DIRAAS), E. Bistagnino (dAD), E. Bricco (DLCM). Genoa, April 10, 2024.

³ “Haec autem ita fieri debent, ut habeatur ratio firmitatis, utilitatis, venustatis”. Marcus Vitruvius Pollio, *De architectura*, vol. II, trans. Luciano Migotto (Pordenone: Studio Tesi, 2008), libro I, cap. II, 15.

- ³ "Haec autem ita fieri debent, ut habeatur ratio firmitatis, utilitatis, venustatis". Marcus Vitruvius Pollio, *De architectura*, vol. II, trans. Luciano Migotto (Pordenone: Studio Tesi, 2008), libro I, cap. II, 15.
- ⁴ Christian Norberg-Schulz, *Genius Loci* (Milano:Electa, 1979).
- ⁵ Gianfranco Caniggia i G. Luigi Maffei, *Composizione architettonica e tipologia edilizia. Lettura dell'edilizia di base* (Venezia: Marsilio Editori, 1979), 15-27.
- ⁶ Le Corbusier, *Towards a New Architecture* (London and Bradford: Percy, Lund, Humphries & Co, 1959).
- ⁷ Marino Berengo, *Città italiana e città europea. Ricerche storiche* (Reggio Emilia: Edizioni Diabasis, 2010), 7-16.
- ⁸ Gianfranco Caniggia, i G. Luigi Maffei, *Composizione architettonica e tipologia edilizia. Lettura dell'edilizia di base* (Venezia: Marsilio Editori, 1979), 19-20.
- ⁹ "Et ut litteratus sit, peritus graphidos, eruditus geometria, historias complures noverit, philosophos diligenter audierit, musicam scierit, medicinae non sit ignarus, responsa iurisconsultorum noverit, astrologiam caelique rationes cognitas habeat". Marco Vitruvio Pollione, *De architectura*. Trad. Migotto, Luciano (Pordenone: Studio Tesi, 2008), Libro I, Cap.I, 5.
- ¹⁰ Dario Bertocchi, E. Van der Zee, and K. Januszm, "Big Data per l'analisi della maturità di una destinazione turistica. Una prospettiva spaziale innovativa sul turismo urbano," Working papers. Rivista online di Urban@it, no. 1 (2016),<https://www.urbanit.it/wp-content/uploads/2016/08/160825-Dario-Bertocchi-ed-altri-.pdf>.
- ¹¹ Giacomo Maria Salerno, "Touristification and displacement. The long-standing production of Venice as a tourist attraction," *City*, no. 26 (2022): 519-541. <https://doi.org/10.1080/13604813.2022.2055359>
- ¹² Mark Shepard, *Sentient City: Ubiquitous Computing, Architecture, and the Future of Urban Space* (Cambridge, Massachusetts: The MIT Press. 2011).
- ¹³ <https://www.salk.edu/>
- ¹⁴ <https://www.salk.edu/>
- ¹⁵ John Paul Eberhard, "Architecture and Neuroscience: A Double Helix," en *Mind in Architecture: Neuroscience, Embodiment, and the Future of Design*, ed. per Sarah Robinson and Juhani Pallasmaa (Cambridge, Massachusetts: The MIT Press. 2015), 123-136.
- ¹⁶ Hala Medhat Assem, Laila Mohamed Khodeir, i Fatma Fathy, "Designing for human wellbeing: The integration of neuroarchitecture in design – A systematic review," *Ain Shams Engineering Journal* 14, no. 6, (2023).
- ¹⁷ Nuria Castilla-Cabanes et al., "The Influence of the Public Lighting Environment on Local Residents. Subjective Assessment," *Applied Sciences*, no. 14. (2024); Elisabetta Canepa, et al. "First Impressions: Conscious and Nonconscious Responses to Atmospheric Primes in Architectural Space," en *The Academy of Neuroscience for Architecture (ANFA) 20th Anniversary Conference Proceedings (2023)*, 36-37 (La Jolla, California: San Diego University); Karla Sofia Orozco-Cruz, Maria Luisa Nolé and Juan Luis Higuera-Trujillo, "The classroom in nature: positive or negative effects on attention?," *INTED2023 Proceedings (2023)*, 3826-3833.
- ⁴ Christian Norberg-Schulz, *Genius Loci* (Milano:Electa, 1979).
- ⁵ Gianfranco Caniggia, and G. Luigi Maffei, *Composizione architettonica e tipologia edilizia. Lettura dell'edilizia di base* (Venezia: Marsilio Editori, 1979), 15-27.
- ⁶ Le Corbusier, *Towards a New Architecture* (London and Bradford: Percy, Lund, Humphries & Co, 1959).
- ⁷ Marino Berengo, *Città italiana e città europea. Ricerche storiche* (Reggio Emilia: Edizioni Diabasis, 2010), 7-16.
- ⁸ Gianfranco Caniggia, and G. Luigi Maffei, *Composizione architettonica e tipologia edilizia. Lettura dell'edilizia di base* (Venezia: Marsilio Editori, 1979), 19-20.
- ⁹ "Et ut litteratus sit, peritus graphidos, eruditus geometria, historias complures noverit, philosophos diligenter audierit, musicam scierit, medicinae non sit ignarus, responsa iurisconsultorum noverit, astrologiam caelique rationes cognitas habeat". Marco Vitruvio Pollione, *De architectura*. Trad. Migotto, Luciano (Pordenone: Studio Tesi, 2008), Libro I, Cap.I, 5.
- ¹⁰ Dario Bertocchi, E. Van der Zee, and K. Januszm, "Big Data per l'analisi della maturità di una destinazione turistica. Una prospettiva spaziale innovativa sul turismo urbano," Working papers. Rivista online di Urban@it, no. 1 (2016),<https://www.urbanit.it/wp-content/uploads/2016/08/160825-Dario-Bertocchi-ed-altri-.pdf>.
- ¹¹ Giacomo Maria Salerno, "Touristification and displacement. The long-standing production of Venice as a tourist attraction," *City*, no. 26 (2022): 519-541. <https://doi.org/10.1080/13604813.2022.2055359>
- ¹² Mark Shepard, *Sentient City: Ubiquitous Computing, Architecture, and the Future of Urban Space* (Cambridge, Massachusetts: The MIT Press. 2011).
- ¹³ <https://www.salk.edu/>
- ¹⁴ <https://www.salk.edu/>
- ¹⁵ John Paul Eberhard, "Architecture and Neuroscience: A Double Helix," in *Mind in Architecture: Neuroscience, Embodiment, and the Future of Design*, ed. by Sarah Robinson and Juhani Pallasmaa (Cambridge, Massachusetts: The MIT Press. 2015), 123-136.
- ¹⁶ Hala Medhat Assem, Laila Mohamed Khodeir, and Fatma Fathy, "Designing for human wellbeing: The integration of neuroarchitecture in design – A systematic review," *Ain Shams Engineering Journal* 14, no. 6, (2023).
- ¹⁷ Nuria Castilla-Cabanes et al., "The Influence of the Public Lighting Environment on Local Residents. Subjective Assessment," *Applied Sciences*, no. 14. (2024); Elisabetta Canepa, et al. "First Impressions: Conscious and Nonconscious Responses to Atmospheric Primes in Architectural Space," in *The Academy of Neuroscience for Architecture (ANFA) 20th Anniversary Conference Proceedings (2023)*, 36-37 (La Jolla, California: San Diego University); Karla Sofia Orozco-Cruz, Maria Luisa Nolé and Juan Luis Higuera-Trujillo, "The classroom in nature: positive or negative effects on attention?," *INTED2023 Proceedings (2023)*, 3826-3833.

- ¹⁸ Didier Grandjean and Klaus R. Scherer, "Unpacking the cognitive architecture of emotion processes," *Emotion* 8, no. 3, (2008): 341–351.
- ¹⁹ Sheng Wang et al., "The Embodiment of Architectural Experience: A Methodological Perspective on Neuro-Architecture," *Front. Hum. Neurosci.* 16 (April 2022). <https://doi.org/10.3389/fnhum.2022.833528>
- ²⁰ Dan Lockton et al. "Design with Intent: Persuasive Technology in a Wider Context," *Persuasive Technology*, (2008): 274-278
- ²¹ Antonio Fernández-Caballero, et al. "Smart environment architecture for emotion detection and regulation," *Journal of Biomedical Informatics* 64, (2016): 55-73.
- ²² Evelyn Jungnickel et al. "MoBI—Mobile Brain/Body Imaging," en *Neuroergonomics. The Brain at Work and in Everyday Life*, ed. Hasan Ayaz, Frédéric Dehais, Chapter 10 (Elsevier Academic Press, 2019), 59-63.
- ²³ Bernard Tschumi, *Architettura e disgiunzione* (Bologna: Edizioni Pendragon, 2005), 13-14.
- ²⁴ Winston Churchill, *Addressing the English Architectural Association*, 1924.

¹⁸ Didier Grandjean and Klaus R. Scherer, "Unpacking the cognitive architecture of emotion processes," *Emotion* 8, no. 3, (2008): 341–351.

¹⁹ Sheng Wang et al., "The Embodiment of Architectural Experience: A Methodological Perspective on Neuro-Architecture," *Front. Hum. Neurosci.* 16 (April 2022). <https://doi.org/10.3389/fnhum.2022.833528>

²⁰ Dan Lockton et al. "Design with Intent: Persuasive Technology in a Wider Context," *Persuasive Technology*, (2008): 274-278

²¹ Antonio Fernández-Caballero, et al. "Smart environment

architecture for emotion detection and regulation," *Journal of Biomedical Informatics* 64, (2016): 55-73.

²² Evelyn Jungnickel et al. "MoBI—Mobile Brain/Body Imaging," in *Neuroergonomics. The Brain at Work and in Everyday Life*, ed. Hasan Ayaz, Frédéric Dehais, Chapter 10 (Elsevier Academic Press, 2019), 59-63.

²³ Bernard Tschumi, *Architettura e disgiunzione* (Bologna: Edizioni Pendragon, 2005), 13-14.

²⁴ Winston Churchill, *Addressing the English Architectural Association*, 1924.

Bibliografia

Bibliography

- Assem, Hala Medhat, Laila Mohamed Khodeir i Fatma Fathy. "Designing for human well-being: The integration of neuroarchitecture in design – A systematic review." *Ain Shams Engineering Journal* 14, no. 6 (2023).
- Berengo, Marino. *Città italiana e città europea. Ricerche storiche*. Reggio Emilia: Edizioni Diabasis, 2010.
- Bertocchi, Dario, Egbert Van der Zee, i Katarzyna Januszm, "Big Data per l'analisi della maturità di una destinazione turistica. Una prospettiva spaziale innovativa sul turismo urbano." *Working papers. Rivista online di Urban@it* (2016).
- Caja, Michele. 2021. "Reconstructing Historical Context. German Cities and the Case of Lübeck". *ANUARI d'Arquitectura I Societat*, no. 1 (November):38-58. <https://doi.org/10.4995/anuari.2021.16108>.
- Calvino, Italo. *Le città invisibili*. Milà: Mondadori, 2016.
- Canepa, Elisabetta, Güler Djebbara Zakaria, Andrighetto Luca Kutay, Irene Schiavetti, Andrea Jelic and Condia Bob. "First Impressions: Conscious and Nonconscious Responses to Atmospheric Primes in Architectural Space." *In The Academy of Neuroscience for Architecture (ANFA) 20th Anniversary Conference Proceedings* (2023), 36-37. La Jolla, California: San Diego University.
- Caniggia, Gianfranco, G. Luigi Maffei. *Composizione architettonica e tipologia edilizia. Lettera dell'edilizia di base*. Venècia: Marsilio Editori, 1979.
- Castilla-Cabanes, Nuria, Vicente Blanca, Carlos Pérez-Carramiñana and Carmen Llinares. "The Influence of the Public Lighting Environment on Local Residents. Subjective Assessment." *Applied Sciences* 14, no. 3 (2024).
- Eberhard, John Paul. "Architecture and Neuroscience: A Double Helix, in Mind in Architecture: Neuroscience, Embodiment, and the Future of Design." *In Mind in Architecture: Neuroscience, Embodiment, and the Future of Design*, edited by Sarah Robinson, and Juhani Pallasmaa. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press. 2015.
- Falcidieno, Maria Linda. "Gianfranco Caniggia e la tipologia storico-processuale: formazione e deformazione della città nelle esperienze visive derivate." *U+D urbanform and design, International Journal of Urban Morphology* VIII, no. 15 (2021): 116-121.
- Fernández-Caballero, Antonio, et al. "Smart environment architecture for emotion detection and regulation." *Journal of Biomedical Informatics* 64 (2016): 55-73.
- Grandjean, Didier, and Klaus R. Scherer. "Unpacking the cognitive architecture of emotion processes." *Emotion* 8, no 3 (2008): 341–351.
- Jungnickel, Evelyn, Lukas Gehrke, Marius Klug, and Gramann Klaus. "MoBI—Mobile Brain/Body Imaging." *In Neuroergonomics. The Brain at Work and in Everyday Life*, ed. Hasan Ayaz, Frédéric Dehais, Chapter 10 (Elsevier Academic Press, 2019), 59-63.
- Le Corbusier, *Towards a New Architecture*. Londres i Bradford: Percy, Lund, Humphries & Co, 1959.
- Lockton, Dan, David Harrison, Neville Stanton. "Design with Intent: Persuasive Technology in a Wider Context." *In Persuasive Technology, Third International Conference, PERSUASIVE 2008, Oulu, Finlandia, del 4 al 6 de juny de 2008*.

- Norberg-Schulz, Christian. *Genius Loci*. Milà: Electa, 1979.
- Orozco-Cruz, Karla Sofia, Maria Luisa Nolé and Juan Luis Higuera-Trujillo. The classroom in nature: positive or negative effects on attention?, *INTED2023 Proceedings (2023)*, 3826-3833.
- Pallasmaa, Juhani. 2023. "Existential Homelessness. Placeless and Nostalgia in the Age of Mobility". *ANUARI d'Arquitectura I Societat*, no. 3 (November):16-43. <https://doi.org/10.4995/anuari.2023.20471>.
- Rassaia, Stamatina Th., and Maria G. Zervou. "Environmental Design for Well-Being: A Review of the Impact of Architecture on Human Emotions." *Urban Ethics under Conditions of Crisis* (April 2019): 229-240.
- Salerno, Giacomo-Maria. "Touristification and displacement. The long-standing production of Venice as a tourist attraction." *City*, no. 26 (2022).
- Salk Institute for Biological Studies: <https://www.salk.edu/> Accés l'1 de juny de 2024.
- Shepard, Mark. *Sentient City: Ubiquitous Computing, Architecture, and the Future of Urban Space*. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press. 2011.
- Tschumi, Bernard. *Architettura e disgiunzione* (Bologna: Edizioni Pendragon, 2005).
- Vitruvio Pollione, Marco, *De architectura. Vol II*. Trad. Migotto, Luciano. Pordenone: Studio Tesi, 2008.
- Wang, Sheng, Guilherme Sanches de Oliveira, Zakaria Djebbara and Gramann Klaus. "The Embodiment of Architectural Experience: A Methodological Perspective on Neuro-Architecture." *Front. Hum. Neurosci.* 16, (Abril de 2022).